

Màster en Protecció Integrada de Cultius 2016-2017

Estratègies de control integrat de *Eotetranychus carpini* (Oudemans) (Acari: Tetranychidae) en vinya: Control biològic i dosificació zonal de productes fitosanitaris

Autora: Ariadna Mármol Rodríguez
(adna3@outlook.es)

Director: Dr. Santiago Planas de Martí^{1,2}

¹Universitat de Lleida - Agrotecnio Center,

²Generalitat de Catalunya – Servei de Sanitat Vegetal





*És una vinya plana com totes,
ni tu l'esveres ni pensa en tu;
dels ceps hi pengen les fràgils gotes
tornassolades del vi madur.*

El cementiri dels mariners

Josep Maria de Sagarra



Índex

1.2 RESUMEN	- 8 -
1.3 ABSTRACT.....	- 9 -
2. AGRAÏMENTS	- 10 -
3. INTRODUCCIÓ	- 11 -
3.1 ELS ÀCARS FITÒFAGS	- 12 -
3.1.1 L'aranya groga, <i>Eotetranychus carpini</i> (Oudemans)	- 12 -
3.2 EL CONTROL BIOLÒGIC DE EOTETRANYCHUS CARPINI MITJANÇANT FITOSEIDS	- 14 -
3.2.1 <i>Amblyseius andersoni</i> (Chant)	- 15 -
3.3 EL CONTROL DE EOTETRANYCHUS CARPINI MITJANÇANT PRODUCTES FITOSANITARIS.....	- 17 -
3.3.1 Recomanacions actuals	- 17 -
3.3.2 Seguretat i eficiència dels tractaments fitosanitaris	- 17 -
3.3.3 Innovacions en les aplicacions de productes fitosanitaris en cultius arboris	- 18 -
3.3.4 Ajustament de la dosi	- 19 -
3.4 ZONA D'ESTUDI: RAÏMAT	- 20 -
4. OBJECTIUS.....	- 22 -
5. MATERIALS I MÈTODES.....	- 23 -
5.1 CONTROL BIOLÒGIC.....	- 23 -
5.1.2 Localització i característiques de la parcel·la	- 23 -
5.1.3 Identificació dels àcars observats a la parcel·la experimental	- 23 -
5.1.4 Mostreig seqüencial adaptat	- 23 -
5.1.5 Llindar de tractament	- 24 -
5.1.6 Disseny experimental de la parcel·la	- 25 -
5.1.7 Alliberament de fitoseids (<i>Amblyseius andersoni</i>)	- 25 -
5.1.8 Tractaments fitosanitaris	- 27 -
5.1.9 Estadística	- 28 -
5.2 CONTROL QUÍMIC	- 29 -
5.2.1 Localització i característiques de la parcel·la	- 29 -
5.2.2 Identificació de la plaga, mostreig seqüencial adaptat i llindar de tractament	- 29 -
5.2.3 Avaluació del vigor vegetatiu	- 30 -



5.2.4 Calibratge de l'equip de tractament	- 30 -
5.2.5 Condicions climàtiques	- 32 -
5.2.6 Productes aplicats	- 33 -
5.2.7 Disseny experimental	- 34 -
5.2.8 Avaluació de deposicions	- 34 -
5.2.9 Estadística	- 36 -
6. RESULTATS	- 37 -
6.1 CONTROL BIOLÒGIC	- 37 -
6.1.1 Dinàmiques poblacionals	- 37 -
6.1.2 Relació entre Eotetranychus carpini i Amblyseius andersoni	- 40 -
6.1.3 Ocupació de fulles per E. carpini en el temps segons el tractament	- 40 -
6.1.4 Ocupació de fulles per A. andersoni en el temps segons el tractament	- 41 -
6.1.5 Altres àcars	- 42 -
6.2 CONTROL QUÍMIC	- 43 -
6.2.1 Depositions foliars	- 43 -
6.2.2 Pèrdues al sòl	- 45 -
6.2.3 Balanç de masses	- 45 -
6.2.4 Eficàcia del tractament	- 46 -
7. DISCUSSIÓ	- 47 -
7.1 CONTROL BIOLÒGIC	- 47 -
7.1.1 Factors que influeixen Amblyseius andersoni en el seu paper com a depredador de Eotetranychus carpini	- 47 -
7.1.2 Altres consideracions	- 51 -
7.2 CONTROL QUÍMIC	- 51 -
7.2.1 Depositions foliars	- 51 -
7.2.2 Pèrdues al sòl	- 52 -
7.2.3 Balanç de masses	- 52 -
7.2.4 Eficàcia del tractament	- 52 -
8. CONCLUSIONS	- 53 -
9. RECOMANACIONS	- 54 -
9.1 CONTROL BIOLÒGIC. MONITORATGE EN FUTURS EXPERIMENTS.	- 54 -
9.2 CONTROL QUÍMIC. FUTURS EXPERIMENTS.	- 55 -
10. REFERÈNCIES	- 56 -



Índex de figures

Figura 1. <i>Eotetranychus carpini</i> : a) femelles de color groc llimona sense taques; b) femelles amb taques; c) femelles i estadis immadurs al revers d'una fulla. (Font: a) www.viten.net , b) ©Óscar Méndez www.biodiversidadvirtual.org , c) www.inra.fr/)	13
Figura 2. Síntomes d'aranya groga en varietat blanca i negra. (Font: Barrios & Reyes, 2010)	14
Figura 3. <i>Amblyseius andersoni</i> . Font: http://bioplanet.it	16
Figura 4. Pàgina inicial del portal www.dosafrut.cat .	19
Figura 5. Distribució de les plantacions a Raimat segons la varietat. Les parcel·les que participen en aquest treball apareixen encerclades.	21
Figura 6. Vista de la parcel·la nº 24 i del cartell que avisava de l'alliberament d'organismes de control biològic. (Foto: A. Mármol; Foto del cartell: S. Planas).	23
Figura 7. Esquema del mostreig seqüencial adoptat.	24
Figura 8. Parcel·la experimental (nº 24). Esquema del disseny experimental: la zona del marge ocupa les files 1 a 4; la zona de control ocupa les files 5-6 i 12-13; la zona de l'alliberament ocupa les files 7 a 11; i la zona de tractament químic ocupa totes les files des de la 14.	25
Figura 9. a) Vista frontal del contingut del pot utilitzat per al primer alliberament de <i>A. andersoni</i> ; b) Vista lateral del mateix pot; c) Dosificació sobre fulla. (Foto: a) A. Mármol; b i c) S. Planas)	26
Figura 10. a) Sobres emprats en el segon alliberament de <i>A. andersoni</i> ; b i c) sobres penjats enmig de la vegetació, a mitja alçada, el més proper possible a les fulles i no exposats al sol directament. (Foto: A. Mármol)	27
Figura 11. Vista de la parcel·la experimental (nº 20) on es va realitzar la dosificació zonal de productes fitosanitaris. (Foto: A. Mármol)	29
Figura 12. Parcel·la experimental (nº 20). Es diferencia, en blau, la zona de vigor alt i, en vermell, la zona de vigor baix, modificades per agrupar les zones del tractament (AgroPixel S.L.). (Font: Román <i>et al.</i> , 2017)	30
Figura 13. Polvoritzador llemeo Hardi Iris utilitzat a l'assaig, equipat amb ventilador de flux radial i conductes de distribució vertical, realitzant el tractament de dosificació zonal a la parcel·la experimental (nº 20). (Foto: S Planas)	31
Figura 14. a) Detall dels conductes de distribució del polvoritzador llemeo Hardi Iris; b) Broquet cònic groc Albuz ATR; c) Preparació de l'equip per al tractament; d) Imatge del GPS diferenciant vigor alt (blau) i vigor baix (vermell) al monitor utilitzat a la cabina; e) Equip d'aplicació en marxa durant el tractament. (Foto a, c, d i e): A. Mármol; Font: b) https://waypart.es/pulverizadores/3991-boquilla-ceramica-atr-albuz-turbulencia-amarilla.html)	32
Figura 15. Productes emprats en l'aplicació en l'ordre d'aparició al text. (Foto: A. Mármol)	34
Figura 16. Esquema del disseny experimental: a) les tres alçades i profunditats mostrejades; i b) la disposició dels 7 col·lectors al sòl.	34
Figura 17. a) Procediment de dilució de les mostres; b) Espectròmetre d'absorció atòmica AAnalyst 200 AA (PerkinElmer®, Waltham, MA, USA. (Foto: A. Mármol)	35



Figura 18. Dinàmica poblacional de <i>Eotetranychus carpini</i> i <i>Amblyseius andersoni</i> per a la zona on s'ha produït l'alliberament de fitoseïds, sent el primer alliberament el 19 de maig de 2016; i, el segon alliberament, el 30 de juny de 2016.	37
Figura 19. Dinàmica poblacional de <i>Eotetranychus carpini</i> i <i>Amblyseius andersoni</i> per a la zona control. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.	38
Figura 20. Dinàmica poblacional de <i>Eotetranychus carpini</i> i <i>Amblyseius andersoni</i> per a la zona on s'han realitzat tractaments acaricides. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.	38
Figura 21. Dinàmica poblacional de <i>Eotetranychus carpini</i> i <i>Amblyseius andersoni</i> per a la zona més exterior de la parcel·la (marge). Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.	39
Figura 22. Relació entre l'ocupació de fulles per <i>E. carpini</i> i <i>A. andersoni</i> . La línia puntejada indica l'efecte esperat a l'atzar, quan un organisme no té un efecte sobre un altre. La línia contínua indica l'efecte observat per a les nostres dades. Els cercles de colors són les dades per a cada data i tractament dins de la parcel·la experimental.	40
Figura 23. Ocupació de fulles per <i>E. carpini</i> en els quatre tractaments de la parcel·la durant el monitoratge de la plaga i els fitoseïds. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.	41
Figura 24. Ocupació de fulles per <i>A. andersoni</i> en els quatre tractaments de la parcel·la durant el monitoratge de la plaga i els fitoseïds. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.	42
Figura 25. Deposició foliar de Mn^{+2} per a les zones de vigor alt i baix (n= 54).	43
Figura 26. a) Diferències en les deposicions foliars de Mn^{+2} segons la posició en la capçada, les posicions 1, 2, 3, 7, 8 i 9 representen les zones més exteriors, i les posicions 4, 5 i 6, les posicions més interiors. Les lletres diferents indiquen valors diferents (test HSD de Tukey). b) Guia per a recordar la disposició en la capçada de les mostres considerades.	44
Figura 27. Deposició de Mn^{+2} ($\mu g/cm^2$) a les zones de la capçada per vigor alt i baix. (Font: Román <i>et al.</i> , 2017)	44
Figura 28. Quantitat de Mn^{+2} dipositada als col·lectors artificials, segons la zona de vigor i la posició al sòl (sota de la fila de la vegetació o al centre del carrer).	45
Figura 29. Distribució del líquid total de l'aplicació en les fulles, el sòl i la fracció no quantificada.	45
Figura 30. Ocupació de les fulles per <i>E. carpini</i> abans (11/08/2016) i després (29/08/2016) del tractament realitzat el 24 d'Agost del 2016, per a cada zona de vigor. Els percentatges ressaltats enmig del gràfic mostren la reducció de fulles ocupades per l'organisme plaga després del tractament, per a cada zona de vigor.	46
Figura 31. Escala de Beaufort, indica els efectes en terra i en mar de les diferents velocitats del vent, a més dels noms i l'índex de força. (Font: http://www.barcelonaworldrace.org)	48
Figura 32. Revers de fulla de la varietat Albarinyo on es pot observar l'elevada pubescència, amb una muda d'aràcnid.	49
Figura 33. Estat d'alguns sobres trobats setmanes després de la introducció. (Foto: A. Mármol)	50



Índex de taules

Taula 1. Productes fitosanitaris utilitzats a la parcel·la experimental (nº 24) durant la campanya 2016 (Equip tècnic de Raïmat, comunicació oral, 10 juliol 2017).	27
Taula 2. Paràmetres operatius del tractament per a ambdues zones de vigor (alt i baix).	31
Taula 3. Condicions climàtiques durant la realització del tractament el 24 d'Agost de 2016.	32
Taula 4. Comparativa de la qualitat dels diversos models mitjançant AICc per l'ocupació de fulles de <i>E. carpini</i> . Com menor és AICc, més s'ajusta el model a les dades. Delta, diferència el millor model dels altres.	40
Taula 5. Comparativa de la qualitat dels diversos models mitjançant AICc per l'ocupació de fulles de <i>A. andersoni</i> . Com menor és AICc, més s'ajusta el model a les dades. Delta, diferència el millor model dels altres.	41



1.1 Resum

La vinya és un cultiu de gran rellevància mundial. A Catalunya, particularment, la producció de vins i caves de qualitat representa el tercer sector més important de la indústria agroalimentària. Per tal de fer front a diverses plagues, malalties i males herbes que perjudiquen aquest cultiu i el seu rendiment, la protecció integrada de cultius ofereix diverses eines per garantir un ús sostenible dels productes fitosanitaris. En els darrers anys, la presència de l'aranya groga, *Eotetranychus carpini* (Acari: Tetranychidae), s'ha intensificat a les vinyes del sud d'Europa i ha esdevingut un problema en algunes zones de Raïmat (Lleida). En aquest sentit, aquest treball avalua dues metodologies que pretenen mantenir de manera efectiva la població d'aranya groga per sota del llindar econòmic de danys: (1) el control biològic mitjançant l'alliberament dels fitoseïds depredadors, *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae), i (2) un sistema d'ajustament del volum d'aplicació de productes fitosanitaris basat en el vigor vegetatiu dels ceps estimat segons imatges aèries. En el primer cas, malgrat es va apreciar una tendència a l'augment de *A. andersoni* a les zones on aquests eren alliberats, possiblement associada també a una certa disminució de les poblacions de *E. carpini*, no podem parlar clarament d'èxit d'aquest mètode degut a l'elevada variabilitat en els resultats, que impedeix obtenir conclusions robustes. En el segon cas estudiat, en canvi, es va poder comprovar un augment de l'eficiència de l'aplicació en obtenir deposicions similars a dosi inferior en capçades de diferent vigor, mentre es garantia l'eficàcia biològica. En conjunt, aquest treball aporta noves dades experimentals i discussions sobre la gestió de *E. carpini* en vinya en un context de control integrat de plagues.

1.2 Resumen

El cultivo de la vid es de gran relevancia mundial. En Catalunya, particularmente, la producción de vinos y cavas de calidad se ha convertido en el tercer sector más importante de la industria agroalimentaria. Para hacer frente a varias plagas, enfermedades y malas hierbas que perjudican a este cultivo y a su rendimiento, el control integrado ofrece varias herramientas para garantizar un uso sostenible de los productos fitosanitarios. En los últimos años, la presencia de la araña amarilla *Eotetranychus carpini* (Acari: Tetranychidae), se ha intensificado en los viñedos del sur de Europa, convirtiéndose en un problema en algunas zonas de Raïmat (Lleida). En ese sentido, este trabajo evalúa dos metodologías que pretenden mantener de manera efectiva la población de araña amarilla por debajo del umbral económico de daños: (1) el control biológico mediante la introducción de fitoseidos depredadores, *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae), y (2) un sistema de ajuste del volumen de aplicación de productos fitosanitarios en función del vigor vegetativo del cultivo, estimado a partir de imágenes aéreas. En el primer caso, a pesar de que se pudiese observar una tendencia al aumento de *A. andersoni* en las zonas donde estos fueron introducidos, posiblemente ligado a una cierta disminución de *E. carpini*, el control biológico no se



puede considerar claramente exitoso a causa de la gran variabilidad en los resultados, que impide obtener conclusiones robustas. En el segundo caso estudiado, en cambio, se pudo comprobar un aumento de la eficiencia de la aplicación al obtener deposiciones similares a dosis inferior en la vegetación de diferente vigor, mientras se garantizaba una buena eficacia biológica. En conjunto, este trabajo aporta nuevos datos experimentales y discusiones sobre la gestión de *E. carpini* en viña en un contexto de control integrado de plagas.

1.3 Abstract

The grapevine crop has a great worldwide importance. In Catalonia, particularly, the production of high quality wine and cava has become the third most important sector of the agri-food industry. To cope with various pests, diseases and weeds that harm this crop and its yield, integrated pest management offers several tools to guarantee a sustainable use of plant protection products. In recent years, the yellow spider mite *Eotetranychus carpini* (Acari: Tetranychidae) has increased its presence in the vineyards of southern Europe, becoming a problem in some areas of Raïmat (Lleida). In this sense, this study evaluates two methodologies that aim to effectively maintain the yellow spider population below the economic damage threshold: (1) biological control through the introduction of predatory phytoseids, *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae), and (2) a system for adjusting the spraying volume rate of plant protection products depending on the canopy dimension of grapevines, estimated from aerial images. In the first case, even though the tendency was to observe higher numbers of *A. andersoni* in the areas where these were introduced, possibly linked to a certain decrease of *E. carpini*, biological control can not be considered clearly successful due to great variability in the outcomes, which prevents to draw robust conclusions. Contrarily, in the second case studied, it was possible to verify an increase in efficiency, obtaining very similar spray depositions at inferior dose in canopies of different dimensions, always securing an effective pest control. Overall, this work provides new experimental data and discussions about the management of *E. carpini* in vineyards in the context of integrated pest management.



2. Agraïments



EUCLID

Europe China Lever for IPM Demonstration

www.euclidipm.org/

El present treball es troba inclòs en el projecte EUCLID finançat per la Unió Europea en el marc de l'Horitzó 2020.

L'objectiu d'aquest projecte és assegurar la producció d'aliments per a la creixent població mundial mitjançant l'optimització de mètodes de control integrat de plagues existents i el desenvolupament de noves pràctiques en l'agricultura europea i xinesa.

L'activitat de recerca dins del projecte EUCLID pretén desenvolupar mètodes de control de plagues més sostenibles, per tal de reduir els efectes negatius dels pesticides en la salut humana i el medi ambient, reduir les pèrdues econòmiques en agricultura i proporcionar suport científic a les reglamentacions europees i xineses.

Els principals cultius on es focalitza la recerca són el tomàquets, les hortalisses de fulla i la vinya, degut a la rellevància econòmica que presenten aquests cultius en els mercats europeus i asiàtics, tenint en consideració tota la cadena agroalimentària, des de l'agricultura fins als consumidors i consumidores finals.

Gràcies a Codorniu S.A. per propiciar la realització d'aquest treball, i a AgroPixel S.L., per la cessió de les imatges aèries i mapes de vigor.

Moltes gràcies a Santiago Planas i Carla Román, per tots els coneixements compartits i les hores de dedicació.





3. Introducció

La vinya (*Vitis vinifera*) es cultiva pràcticament a totes les regions de clima temperat del món on els estius siguin prou càlids per a la maduració del raïm (Stevenson, 2005). El seu origen com a cultivar es troba en una subespècie silvestre que va sobreviure l'era glacial entre el mar Caspi i el golf Pèrsic (Verango, 2006). Fa uns cinc mil anys van tenir lloc els primers cultius de vinya en llocs propers a l'Orient Pròxim, Sumèria i l'Antic Egipte, essent posteriorment propagats pels fenicis a la conca del Mediterrani (Naciodigital.cat, 2016). Actualment, a superfície mundial de vinya és de 7,5 milions d'hectàrees i el 50% d'aquesta superfície es distribueix entre cinc països: Espanya, Xina, França, Itàlia i Turquia. Espanya és el país amb més superfície de vinya del món amb 975.000 ha registrades al 2016 (OIV, 2017).

La viticultura catalana és en el millor moment de la seva història, amb un poderós sector vitivinícol i amb una producció de vins de gran qualitat. A Catalunya trobem una gran diversitat de vins, agrupats sota dotze denominacions d'origen vitivinícoles, que garanteixen no només l'origen geogràfic sinó també la qualitat del vi, les varietats amb les que s'ha elaborat, i unes pràctiques vitícoles, enològiques i d'envelliment establertes prèviament. El vi i el cava representen el tercer sector més important de la indústria agroalimentària catalana amb uns ingressos d'explotació que superen els 1.100 milions d'euros, i unes vendes netes de més de 1.000 milions d'euros anuals. A més, aquest sector presenta una estructura molt sòlida i competitiva, amb més de 780 cellers embotelladors, i pel qual hi treballen més de 25.900 persones, ja sigui a la vinya, als cellers o al sector de serveis (INCAVI, 2017).

El cep, cada individu de la plantació a la que anomenem vinya, és una planta arbustiva i enfiladissa, que es cultiva generalment mitjançant l'empelt d'una varietat sobre portaempelt adequat. Aquests portaempelts actualment són híbrids de diferents espècies americanes del gènere *Vitis* (principalment *V. rupestris* i *V. riparia*), que tenen la característica indispensable d'ésser resistents a la fil·loxera (*Viteus vitifoliae*) (EPPO, 2002). Per tant, la varietat de la vinya és la que constitueix el tronc i els braços, que aguanten els pàmpols, els quals porten les fulles, els raïms i les gemmes.

El cicle vegetatiu, la successió dels diferents estadis fisiològics i morfològics pels que passa la planta al llarg de l'any, es troba definit per dues fases clarament diferenciades: l'estat de repòs, on la planta no presenta activitat fotosintètica i resta en repòs vegetatiu per un període que coincideix amb l'hivern climàtic; i l'estat d'activitat, on existeix una absorció de nutrients a nivell radicular, juntament amb una activitat fotosintètica normal, que assegura el creixement de la planta i la seva reproducció sexual (Espaicava, 2016).

Diverses plagues i malalties poden afectar el cultiu de la vinya al llarg d'aquest cicle, pel que es requereix sovint d'un programa intensiu de sanitat vegetal i d'un elevat nombre d'aplicacions per any. Els fongs acostumen a ser els organismes més problemàtics per aquest conreu, sobretot en els casos de *Plasmopara viticola* (l'agent causal del míldiu), *Erysiphe necator* (l'agent causal de l'oidi) i *Botrytis cinerea* (l'agent causal de la podridura grisa) que poden arribar a demandar fins a 25-30 aplicacions anuals de fungicida en les condicions més problemàtiques (Pertot *et al.*, 2017). A més,



hi ha les malalties de la fusta (alguns agents causals són *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Diplodia serata*), que han esdevingut una amenaça degut, majoritàriament, a la prohibició de l'ús d'arsenit sòdic i la intensificació del cultiu (Agustí-Brisach *et al.*, 2017).

D'altra banda, l'ús de productes fitosanitaris vers els artròpodes de la vinya és normalment baix o moderat (1-4 aplicacions d'insecticides per any). Entre les plagues que afecten la vinya es troben les arnes del raïm (*Lobesia botrana* i *Eupoecilia ambiguella*), alguns cicadèlids (*Empoasca vitis* i *Scaphoideus titanus*), les caparretes (*Parthenolecanium corni* i *Planococcus ficus*) i, finalment, els àcars fitòfags (*Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi* i *Eotetranychus carpini*) (Pertot *et al.*, 2017).

Actualment, les eines de les que disposen els productors per a reduir la quantitat de productes químics als cultius inclouen: l'ús, sempre que sigui possible, de varietats resistents/tolerants, els agents de control biològic, contra patògens, plagues i vectors de malalties, i/o l'ús de semioquímics i disrupció física de l'aparellament. Quan la substitució amb aquestes estratègies no sigui possible, els monitoratges i els models matemàtics poden ajudar a optimitzar les aplicacions de productes fitosanitaris (Pertot *et al.*, 2017).

3.1 Els àcars fitòfags

Les primeres infestacions d'àcars fitòfags a les vinyes europees es van detectar durant la segona meitat del segle XIX. Es van observar problemes greus associats a *Tetranychus urticae* Koch a Itàlia i Àustria i també, alguns brots més puntuals de *Panonychus ulmi* (Koch). Al començament del segle XX es va descriure *Eotetranychus carpini* (Oudemans). La importància d'aquests àcars va augmentar després de la Segona Guerra Mundial, relacionant-se immediatament amb l'ús extensiu dels insecticides organoclorats i després, amb els fungicides etilè-bis-diotiocarbamats. Les tres espècies citades es van veure implicades en els brots que van tenir lloc en aquell moment. A finals dels 1980s i inici dels 1990s, la reducció en l'ús del pesticides d'ampli espectre, l'adopció dels llindars de tractament en el control dels àcars fitòfags, i l'increment en el coneixement dels macrodepredadors i els àcars depredadors potencials, va donar lloc a una disminució de l'afectació per part d'aquests àcars. Actualment, els danys causat per *P. ulmi* i *T. urticae* en vinya sembla haver disminuït, mentre que els danys causat per *E. carpini* estan augmentant en alguns països com Itàlia, Espanya i Grècia (Duso *et al.*, 2012).

3.1.1 L'aranya groga, *Eotetranychus carpini* (Oudemans)

D'entre els àcars fitòfags, la família Tetranychidae inclou el gènere *Eotetranychus* amb 186 espècies (Bolland *et al.*, 1998; Migeon & Dorkeld, 2006-2010). *Eotetranychus carpini* és actualment una plaga important del sud d'Europa (Mathys & Tencalla, 1960; Zangheri & Masutti, 1962; Villaronga *et al.*, 1991), i des de fa uns anys ha anat augmentant la seva importància a diferents zones vitícoles de Catalunya. És un àcar difícilment visible a ull nu, de mida petita (0,35 mm de llarg per 0,20 mm d'ample). Les femelles són de color groc i de forma ovalada, presentant diversos punts foscos a cada



costat del cos, excepte durant l'època d'hibernació, com es pot veure a la Figura 1. Els mascles són més petits que les femelles, allargats, piriformes i molt mòbils. Els ous són esfèrics, llisos i translúcids. Entre l'ou i l'adult s'intercalen quatre estadis, en tots ells les nimfes tenen quatre parells de potes com els adults, excepte al primer, la larva, que només en presenta tres.

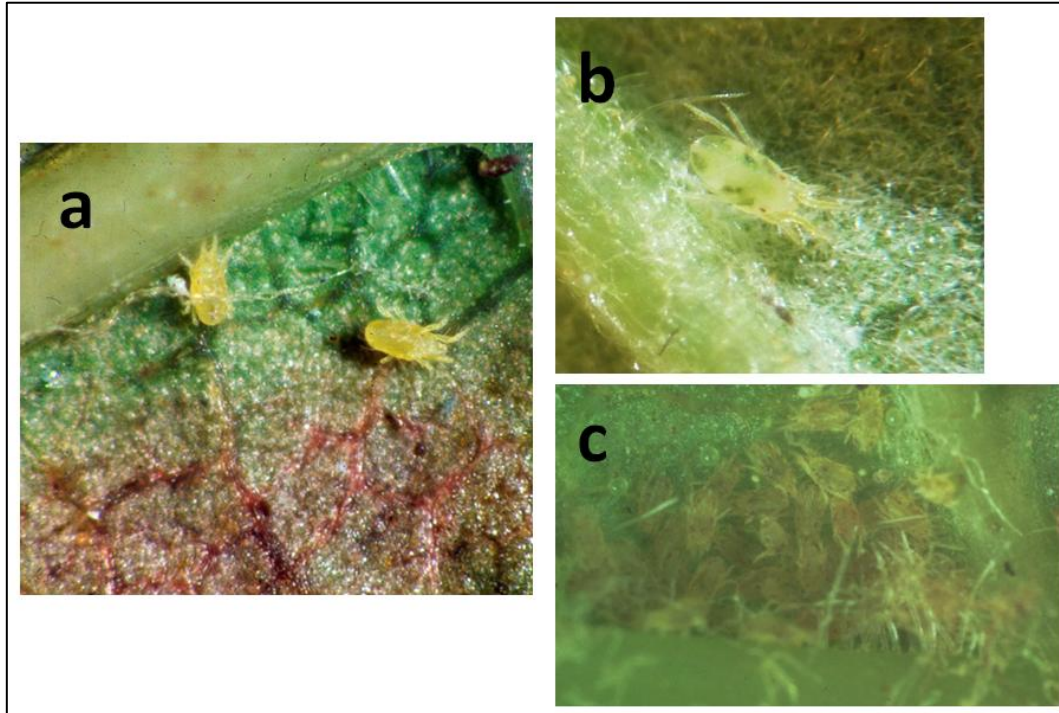


Figura 1. *Eotetranychus carpini*: a) femelles de color groc llimona sense taques; b) femelles amb taques; c) femelles i estadis immadurs al revers d'una fulla. (Font: a) www.viten.net, b) ©Óscar Méndez www.biodiversidadvirtual.org, c) www.inra.fr/)

El cicle de *E. carpini* es completa al cep, on les femelles passen l'hivern sota l'escorça. A l'inici de la brotació, les femelles es van movent cap a les noves gemmes. Les poblacions es mantenen a les fulles basals durant la primavera i s'estenen pels nous brots després de la floració (Barrios & Reyes, 2010). *E. carpini* colonitza el revers de les fulles, particularment, les parts localitzades al llarg de les nerviacions principals, i la majoria dels ous es troben a la conjunció entre el nervi principal i els secundaris o al llarg dels secundaris. Durant l'època de creixement, l'aranya groga es troba més concentrada a les fulles localitzades a una alçada mitjana en la vegetació (Baillod *et al.*, 1979). Alguns estudis al laboratori han mostrat que el llindar tèrmic inferior pel desenvolupament de *E. carpini* és $7 \pm 1^\circ\text{C}$, en canvi, la temperatura òptima pel desenvolupament i la reproducció és $26 \pm 1^\circ\text{C}$. En general, el temps de desenvolupament i la fecunditat de l'espècie milloren notablement per al incrementar la temperatura, essent una humitat relativa del 30% l'òptima per a les seves funcions vitals (Bonato *et al.*, 1990). Així doncs, depenent sobretot de les condicions ambientals, l'aranya groga pot completar anualment entre 4 i 8 generacions. Al sud de França, el pic de població es dona generalment entre mitjans de Juliol i principis d'Agost, amb un segon pic a Setembre (Laurent & Agulhon, 1987). Al final de l'estiu, les femelles migren de les fulles cap als llocs on aturaran la seva activitat durant els mesos de fred.



Els símptomes (Figura 2) de la presència de l'aranya groga a la vinya són diversos i detectables en diverses fases del cicle anual. Si hi ha presència d'aranya groga, a l'inici de la brotació, s'observa deformació de les fulles, escurçament dels entrenusos i reducció de la mida dels raïms. A l'estiu, apareixen taques grogues a les fulles de les varietats blanques, o vermelles en el cas de les varietats negres, que en atacs severos poden arribar a envair tot el limbe, mantenint-se les nerviacions de color verd. Quan les poblacions de la plaga són elevades, el cep pot arribar a defoliar-se prematurament, provocant una disminució de la quantitat i qualitat de la collita (Barrios & Reyes, 2010).



Figura 2. Símptomes d'aranya groga en varietat blanca i negra. (Font: Barrios & Reyes, 2010)

Quant al control de les poblacions d'aquesta plaga en els cultius, cal tenir en compte que les recents lleis europees exigeixen una reducció en l'ús de pesticides per tal d'evitar els impactes d'aquests sobre la salut humana i el medi ambient (OJEU, 2009). Seguint aquestes directrius, molts productors redirigeixen l'ús de químics al control biològic, incrementant-se el percentatge de superfície agrícola que l'aplica (Van Lenteren, 2012), fins i tot en algunes zones reemplaçant totalment l'ús de químics (Calvo *et al.*, 2012). En termes generals, existeixen molts macroorganismes beneficiosos (insectes, àcars depredadors, ocells, ratpenats, etc.) que actuen eficientment com a depredadors o parasitoides de les plagues de la vinya. Tot i això, l'ús d'àcars depredadors de la família Phytoseiidae contra els àcars fitòfags és probablement el cas més exitós de control biològic en vinya (Duso *et al.*, 2012).

3.2 El control biològic de *Eotetranychus carpini* mitjançant fitoseïds

Per a que un programa de control biològic tingui èxit, els enemics naturals han de reduir les poblacions de la plaga per sota del llindar econòmic de danys (Jervis & Kidd, 1996). Els factors que contribueixen a disminuir l'eficàcia dels alliberaments d'organismes beneficiosos, són: l'adversitat climàtica; la falta de disponibilitat d'aliment pels adults (en cas de divergir en la forma d'alimentació dels juvenils); la competència amb d'altres organismes; les aplicacions de pesticides; les pràctiques culturals; la manca de sincronització de l'organisme beneficiós amb la plaga; la migració dels enemics naturals vers a un altre lloc de l'objectiu; l'arquitectura de la planta; les



condicions d'emmagatzematge dels organismes emprats i el maneig dels receptacles abans i durant l'alliberament; el temps d'alliberament; la forma d'aplicació dels organismes alliberats i la distribució de la plaga al camp (DeBach & Hagan, 1964; Salas-Araiza & Salazar-Solís, 2003). Per tal de solucionar la falta d'aliment disponible per als fitoseids alliberats, a vegades, s'introdueix, conjuntament amb aquests, una font d'aliment, per tal de garantir que els organismes beneficiosos es puguin alimentar si encara no han trobat la presa o si aquesta encara no ha aparegut i així, garantir la seva presència per al moment en que siguin necessaris. És el cas d'aquest assaig, on s'ha introduït com a presa, *Tyreophagus entomophagus*, un àcar astigmàtid que resulta un aliment idoni per a varies espècies d'àcars depredadors. Generalment, es cria i es desenvolupa en barreges de farines i sucres, i no pot desenvolupar-se a sobre del cultiu. Sobreviu al revers de les fulles un temps determinat que depèn de la temperatura i la humitat, des de dies en temperatures més càlides fins a 3-4 setmanes en temperatures més baixes.

Hi ha una gran diversitat de fitoseids a les vinyes europees. Entre ells, *Typhlodromus pyri* domina al centre d'Europa; *Kampimodromus aberrans* al sud d'Europa, on també són presents *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus exilaratus* i *Phytoseius finitimus* (Castagnoli, 1989; Villaronga *et al.*, 1991; Papaioannou-Souliotis *et al.*, 1999; Tixier *et al.*, 2000b; Kreiter *et al.*, 2000; Ragusa di Chiara & Tsolakis, 2001). Cal destacar que aquestes espècies són depredadors generalistes, això els permet persistir quan la densitat de presa disminueix ja que sobreviuen a base d'aliments alternatius que poden ser tenuipalps, eriòfids, tideids, winterschmidtids i estadis joves de trips o coccidis, a més també poden consumir estadis immadurs o adults de fitoseids, i fins i tot s'alimenten de fongs patògens que creixen a les fulles dels ceps. D'altra banda, el pol·len constitueix una font d'aliment fundamental pels fitoseids generalistes (Duso *et al.*, 2012).

3.2.1 *Amblyseius andersoni* (Chant)

Amblyseius andersoni és l'àcar fitoseid més freqüent a la zona de producció de fruiters de Lleida i el que més s'utilitza en programes de control integrat desenvolupats en aquesta zona (Costa-Comelles *et al.*, 1986b; Avilla *et al.*, 1993; Vilajeliu *et al.*, 1994; Dolset, A., comunicació personal, 2017), on es situa a les fulles des del maig, i el màxim d'aquesta espècie es dona als mesos de juliol i agost (García-Marí *et al.*, 1994; De la Iglesia, 2007). Es tracta d'un depredador generalista que com a tal, és menys donat a agregar-se en zones de presa (McMurtry & Croft, 1997). De fet, l'agregació pot resultar inversament dependent de la densitat de presa, havent-hi menys depredadors a les fulles amb una elevada densitat de presa que a les fulles amb baixa densitat (Zhang & Sanderson, 1993). A més, *A. andersoni* es caracteritza per tenir una elevada mobilitat i dispersió, que es pot donar de forma passiva deixant-se portar per l'aire i/o de forma activa, caminant (Sabelis & Dicke, 1985; Hoy *et al.*, 1984, 1985) degut a una sèrie de factors: la pèrdua d'hàbitat, la superpoblació, la mala qualitat de l'aliment, la senescència de la planta, i per evitar els depredadors (Price, 1984). Tot plegat pot col·laborar a que de vegades les poblacions desapareixin de cop sense motius evidents i que al final de l'estiu, recolonitzin la vinya amb infestació d'aranya o eriòfids (Duso, 1989).



A. andersoni té el cos en forma de pera (Figura 3) de color transparent que es pot tornar taronja quan ha ingerit aliments. El rang de temperatures en el que es manté actiu va des dels 6°C fins als 40°C, sent la temperatura òptima per al seu desenvolupament de 23°C. En el cas de realitzar alliberaments amb *A. andersoni* es recomana una temperatura d'emmagatzematge de 15°C i alliberar-los en el cultius en un màxim de 18 hores (Bichelos Control Biológico, 2016).



Figura 3. *Amblyseius andersoni*. (Font: <http://bioplanet.it>)

Amblyseius andersoni, és més comú en plantes amb fulles glabres al revers que en altres amb característiques diferents (Duso & Moretto, 1994; Duso & Ren, 1997). En diversos estudis, s'han recollit fitoseids dels gèneres *Iphiseius*, *Iphiseiodes*, *Typhlodromalus* i *Amblyseius*, principalment en arbres i arbustos amb fulles llises - cítrics, alvocat i cafè-. (De Moraes, McMurtry & Denmark, 1986; Sabelis & Bakker, 1992). En quant a la vinya, en un estudi amb diverses varietats que diferien en la pubescència al revers de les fulles es va observar com a les varietats de fulles pubescents, *Typhlodromus pyri* resultava ser més dominant, mentre que *Amblyseius andersoni* destacava en la varietat de fulles glabres (Camporese & Duso, 1996). En diferents assajos duts a terme pels autors anteriors (1996) i per Duso i Ren (1997) *A. andersoni* es va trobar més sovint a la varietat Merlot, confirmant de nou les observacions preliminars de la preferència d'aquest depredador per varietats glabres o amb fulles molt poc pubescents. A més, en un estudi posterior sobre alliberament de fitoseids en vinya per a controlar precisament, *E. carpini*, el fitoseid *Typhlodromus pyri* va ser capaç de reemplaçar les poblacions endèmiques de *A. andersoni*, però només a les varietats pubescents (Duso & Vettorazzo, 1999). En el mateix treball, no es va observar resposta numèrica de *A. andersoni* a elevades densitats de *E. carpini*, en la varietat Verduzzo (fulles pubescents) durant dos anys seguits, en canvi, a la varietat Merlot, *E. carpini* era menys abundant, suggerint una susceptibilitat menor d'aquesta varietat a les aranyes i/o una millor actuació d'aquest fitoseid en fulles menys pubescents, demostrant la importància de tenir en compte la varietat per a la colonització per part de diferents espècies de fitoseids.

Cal tenir en compte que degut a la seva mida, els artròpodes petits poden veure's molt afectats per l'estructura de la planta i en concret, per les característiques de la



superfície foliar (trícomes, domatia, etc.), degut a que aquestes poden afavorir o perjudicar la captura de pol·len amb fins alimentaris, la disponibilitat de presa, la depredació i/o les condicions abiòtiques adverses (Schmidt, 2014). L'actuació dels fitoseïds generalistes es veu fortament influïda per la morfologia de la fulla (McMurtry & Croft, 1997). Moltes espècies sovint es situen a les nerviacions i depressions del revers de les fulles, entre els pèls o en altres àrees protegides i fins i tot per a alguns, la presència d'hàbitats amb refugi (incloent la pubescència de les fulles), pot ser més important que la disponibilitat d'aliment (Duso, 1992; Karban *et al.*, 1995; Overmeer & van Zon, 1984; Rasmy & El-Banhawy, 1974). Però els trets que són beneficiosos per a uns organismes, poden ser nocius per a d'altres (Seelmann *et al.*, 2007; Speight *et al.*, 2009): existeixen tricomes que poden inhibir el moviment de diferents depredadors i parasitoides, i a més, hi ha tricomes glandulars que poden esdevenir tòxics per a organismes d'aquests grups (Levin, 1973; Price *et al.*, 1980; Bottrell & Barbosa, 1998; Cortesero *et al.*, 2000).

D'altra banda, *A. andersoni* té la capacitat de desenvolupar resistència a certs insecticides, tret que el fa especialment interessant com a organisme d'ús en control biològic per la seva compatibilitat amb altres tractaments que puguin ser necessaris. Darrerament, Pozzebon *et al.* (2015) han avaluat l'efecte de certs productes utilitzats en l'actualitat sobre àcars depredadors (*T. pyri* i *A. andersoni*), comprovant com indoxacarb i tebufenocide tenen un impacte baix en aquests, mentre que l'impacte més gran ve donat per clorpirifos, flufenoxuron i tiametoxam; per tant, caldria considerar l'ús d'aquests darrers si es volen conservar o augmentar les poblacions de fitoseïds a les vinyes. Tot i això, sembla que els efectes negatius dels clorpirifos en els àcars depredadors es redueixen quan hi ha fonts alternatives d'aliment (Pozzebon *et al.*, 2014).

3.3 El control de *Eotetranychus carpini* mitjançant productes fitosanitaris

3.3.1 Recomanacions actuals

Els productes fitosanitaris recomanats en l'actualitat per al control de *Eotetranychus carpini* en vinya són l'abamectina, el clofentezin, l'etoxazol, el fenpiroximat, l'hexitiazox i l'spirodiclofen (Servicio de Protección de Cultivos. La Rioja. 2017).

Un exemple del seu ús i eficàcia, és l'assaig fet per Román *et al.* (2014) on van aconseguir mantenir per sota del llindar econòmic de danys (10% de fulles ocupades) *E. carpini*, amb un únic tractament amb clofentezin i oli parafínic a l'inici de la brotació, en els estadis 13-53 de l'escala BBCH (Meier, 2001).

3.3.2 Seguretat i eficiència dels tractaments fitosanitaris

Per tal de reduir els riscos i els danys que poden provocar dels productes fitosanitaris en la salut humana i el medi ambient, cal fer un ús sostenible d'aquests mitjançant la millora de les tècniques i de la maquinària d'aplicació i el desenvolupament de mètodes d'ajustament de dosi (taxes d'aplicació) als requeriments reals, mentre es



garanteix la protecció dels cultius i la viabilitat econòmica dels productors (Comission of the European Communities, 2002).

Segons els autors Balsari & Scienza (2003) i Pergher & Petris (2007) l'aplicació del mateix volum de líquid resulta en deposicions foliars més elevades en vinyes amb una baixa densitat d'àrea foliar ($LAI = 1,5$) i amb una certa porositat (15%), capçades petites i en estadis primerencs de desenvolupament; que en vinyes frondoses, amb capçades grans i en estadis avançats de desenvolupament. De la mateixa manera, també fa incrementar les pèrdues no quantificades, entre elles la deriva, i per tant, les possibilitats de fitotoxicitat. Per tant, l'objectiu principal en totes les aplicacions de productes fitosanitaris és obtenir una cobertura adequada i unes deposicions uniformes en l'objectiu, definit com la superfície total d'aplicació, incloent l'anvers i el revers de les fulles (Gil *et al.*, 2011). Així, qualsevol intent d'ajustar el volum d'aplicació a les característiques del cultiu haurà de garantir que les cobertures ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) siguin semblants en totes les parts, independentment de la mida del cultiu o la densitat de la capçada (Llorens *et al.*, 2010).

Actualment, les etiquetes dels productes fitosanitaris donen informació sobre la dosi màxima legal per unitat de superfície de sòl i recomanen diferents dosis segons els cultiu, l'estadi de creixement, el nivell d'infestació, etc., en canvi, no s'informa de com ajustar les dosis segons les diferents mides de les capçades, les formes o la densitat d'àrea foliar, quan s'ha demostrat que l'aplicació d'una dosi constant fa disminuir les deposicions a les fulles a mesura que augmenta l'índex d'àrea foliar (*Leaf Area Index – LAI*, en anglès) (Pergher & Petris, 2008). De fet, l'acció de la majoria de productes fitosanitaris requereix el contacte amb l'organisme nociu, sent l'eficàcia proporcionalment directe a la cobertura de la superfície tractada.

Els factors que afecten l'eficàcia i l'eficiència de l'aplicació de pesticides a les vinyes són molts i diversos. La majoria d'aquests factors poden ser classificats com els que es poden controlar: l'ús de la maquinària apropiada (Cooke & Hislop, 1993; Cunningham & Harden, 1998a, 1998b, 1999; Furness *et al.*, 2006b; Salyani, 2005, 2006) la tècnica d'aplicació (Furness *et al.*, 1998; Salyani & Farooq, 2004; Salyani & Whitney, 1990), el volum d'aplicació (Cunningham & Harden, 1999; Fourie *et al.*, 2009; Salyani & Hoffmann, 1996); el producte fitosanitari aplicat (Sundaram & Sundaram, 1987; Zabkiewicz, 2007), el paper dels adjuvants (Butler Ellis *et al.*, 1997; Gent *et al.*, 2003; Green & Beestman, 2007; van Zyl *et al.*, 2010a, 2010b); i els que no poden ser controlats: les condicions climàtiques (Salyani, 2005, 2006), la infestació de la plaga i/o malaltia i la geometria i densitat de la capçada (Jejčič *et al.*, 2011). Per tant, qualsevol tècnica que s'utilitzi per determinar la taxa de volum aplicada, hauria de tenir en compte ambdós tipus de paràmetres (Gil *et al.*, 2011) i la complexa interacció entre tots ells (Grout, 2003; Salyani, 1994, 2005, 2006; Stover *et al.*, 2002b; Whitney *et al.*, 1988, 1989).

3.3.3 Innovacions en les aplicacions de productes fitosanitaris en cultius arboris

Amb l'objectiu de resoldre les dificultats trobades en la caracterització dels cultius i de reduir la quantitat total de productes fitosanitaris d'acord amb les instruccions de la Unió Europea (COM, 2009), s'han desenvolupat noves tècniques d'aplicació



localitzada (Doruchowski & Holownicki, 2000) mitjançant l'ús de hardware i software informàtic, i sensors que ofereixen l'oportunitat de mesurar ràpidament i econòmicament la diversitat de les capçades i d'aquesta manera, utilitzar tecnologies d'aplicació variable (Zaman & Salyani, 2004).

Conjuntament, amb els sistemes de suport de decisió, que s'han desenvolupat per a ajudar els productors a planificar les pràctiques agròniques i/o les aplicacions de productes fitosanitaris als seus cultius (Gil *et al.*, 2011). Aquests sistemes recullen, organitzen i integren la informació requerida en la producció dels cultius per, posteriorment, analitzar-la i interpretar els resultats amb la finalitat de recomanar les actuacions més apropiades (Duso *et al.*, 2012), i a més, tenen el potencial d'incloure els requeriments per a la implementació pràctica del control integrat de plagues (Rossi *et al.*, 2012).

3.3.4 Ajustament de la dosi

DOSAFRUT (www.dosafrut.cat, Figura 4), constitueix un mètode d'ajustament de la dosi en els tractaments fitosanitaris de plantacions arbòries intensives. Aquest sistema té la finalitat d'aconseguir aplicar la dosi ajustada a la superfície foliar de l'objectiu, però afegint una dosi addicional de seguretat per contrarestar les ineficiències de l'aplicació. La superfície foliar de les plantes objectiu s'estima en base a l'índex d'àrea foliar (LAI), que es pot determinar directament prenent una mostra prou significativa de fulles de la capçada i planimetrant la seva superfície, o indirectament, mitjançant mètodes no destructius ni costosos, que permeten realitzar una estimació molt fiable del LAI a partir dels següents paràmetres de la plantació: la frondositat (percentatge de

“forats” existents a la visió lateral d'una fila a partir d'uns diagrames de tipus), l'alçada i l'amplada representatives dels arbres, i l'amplada dels carrers de plantació.

DOSAFRUT
Determinació del volum de caldo dels tractaments fitosanitaris de plantacions fruitals

Castellano
Català
English

Login Aplicació Ajuda i a millorar Documentació tècnica Crèdits Sortir

> ¿Què és DOSAFRUT?

DOSAFRUT és un sistema per a determinar el volum unitari de caldo fitosanitari (litres de caldo per unitat de superfície de cultiu, L/ha) adient a les condicions concretes en les quals es realitzarà el tractament (característiques de la plantació, meteorologia i característiques del polvoritzador).

Els fonaments científics i tècnics de DOSAFRUT es troben detallats en l'apartat documentació tècnica.

Aquesta eina està destinada als tractaments de plantacions intensives de pomera o perera que es trobin en qualsevol estat vegetatiu a excepció dels tractaments realitzats a la caiguda de fulla o durant la parada hivernal.

En un futur proper, es disposarà també de la versió adaptada a plantacions de préssec i nectariner.

La recomanació de volum obtinguda és vàlida sempre que el tractament es realitzi seguint les pautes de bones pràctiques fitosanitàries.

Pautas de bones pràctiques fitosanitàries

1. Utilitzar un polvoritzador hidropneumàtic específic per a l'aplicació de productes fitosanitaris en fruiters que es trobi en bon estat de funcionament i que, per tant, mantingui el nivell de prestacions inicials.
2. Emprar broquets còncics amb càmera de turbulència de marques de reconegut prestigi, ja que, d'aquesta manera, s'obté una polvorització uniforme de gotes de mida adient. Utilitzar preferentment models de broquet de calibres mitjans (proporcionen cabals entre 1,0 i 2,0 l/minut a 10 bar de pressió).
3. Treballar a pressions moderades, 5-14 bar.
4. Treballar en condicions meteorològiques adients: temperatura entre 5°C i 25°C, humitat relativa entre 50% i 95% i vent en calma. Si cal realitzar el tractament amb urgència, de forma excepcional, es podrà admetre la seva realització amb brisa (vent mesurat a la part superior dels arbres amb velocitat inferior a 3 m/s).

Avantatges d'estar registrat

Els usuaris registrats poden guardar la informació de cadascuna de les parcel·les inscrites i dels càlculs de volum de caldo. Aquesta informació pot ser recuperada, modificada i reutilitzada a posteriori, tantes vegades com es desitgi, sense necessitat de tornar a introduir les dades.

Els usuaris registrats podran rebre missatges dels administradors de DOSAFRUT, donant a conèixer nova informació, noves prestacions del portal o avisos i convocatòries relacionades amb la protecció sanitària de plantacions fruiteres.

En tot moment, la informació continguda en el registre de dades d'usuaris serà gestionada de conformitat amb la legislació vigent sobre protecció de dades personals.

En fruiters, les dosis aplicades en el cas de tractaments segons criteri DOSAFRUT han suposat reduccions de dosi compreses entre el 14% i el 53%, segons l'assaig. En tots els casos s'ha comprovat que la reducció de la dosi no comprometia la qualitat de la distribució ja que la uniformitat de la distribució era d'ordre similar per a l'aplicació convencional com per a l'aplicació de dosi reduïda DOSAFRUT, de la mateixa manera s'ha mantingut un nivell d'eficàcia similar (Planas *et al.*, 2013).

Figura 4. Pàgina inicial del portal www.dosafrut.cat.



Avaluar l'aplicació dels productes fitosanitaris en les capçades és essencial per a establir criteris de millora de la cobertura i així, l'eficiència i l'eficàcia del tractament (Hedden, 1961; Uk & Courshee, 1982). Les cobertures baixes indiquen pèrdues del producte aplicat per deriva o per escorrentia (Liu *et al.*, 2004), però també pot significar que el producte fitosanitari no ha penetrat bé a través del fullatge de la capçada (Uk & Courshee, 1982; Wolf *et al.*, 2000), provocant que s'hagi de repetir l'aplicació per a obtenir un control adequat de les plagues i/o malalties. Amb aquesta finalitat s'han desenvolupat diverses metodologies que inclouen des de valoracions qualitatives visuals mitjançant l'ús de marcadors fluorescents (Furness *et al.*, 2006a, 2006b; Holownicki *et al.*, 2002; Salyani & McCoy, 1989) i l'ús de diagrames de qualificació de gotes en objectius reals o artificials (Furness *et al.*, 2006a; Holownicki *et al.*, 2002) fins a mètodes més avançats per a determinar els dipòsits quantitativament amb tècniques de recuperació de residus químics com ara la cromatografia de gasos o l'absorció atòmica, l'espectrofotometria de metalls i nutrients (Byers *et al.*, 1984; Ware *et al.*, 1969; Yates *et al.*, 1974) i també, la recuperació de marcadors fluorescents de superfícies artificials o de les plantes mitjançant tècniques de rentat i la determinació de les deposicions per fluorimetria i colorimetria (Lake, 1988; Salyani & Whitney, 1988, 1990).

3.4 Zona d'estudi: Raïmat

L'àrea on s'ha realitzat l'estudi es localitza a Raïmat (Lleida, Catalunya), on l'empresa Codorniu gestiona unes 700 ha, de les quals la gran majoria es dediquen al cultiu de la vinya, com es mostra a la Figura 5.

El clima en aquesta zona és mediterrani continental subàrid, amb forts contrastos de temperatura diürna i estacional (15-20°C d'amplitud anual, amb una temperatura mitjana de 14°C), i amb una elevada irregularitat en la distribució de les precipitacions, oscil·lant la mitjana de precipitació anual al voltant dels 300-350 mm (RuralCat, 2002) Els sòls són salins i guixencs.

Aquesta explotació es caracteritza per l'ús de tecnologia avançada i per la innovació. Les pràctiques agrícoles que s'apliquen són (Raimat, 2017):

- Ús de cobertes vegetals per tal de reduir l'erosió i la compactació i obtenir matèria orgànica i nutrients per al cultiu, a més de ser un reservori pels insectes beneficiosos. En general, al carrer es fa servir la picadora i sota les files s'utilitza herbicida, excepte per les plantacions en ecològic on s'utilitza l'intercep. A l'hivern es fa servir el subsolador per reduir la compactació del sòl. Es respecten les nidificacions d'aus a les cobertes vegetals, esperant que aixequin el vol abans de segar-les.
- Prohibició de tècniques agressives, com circular amb maquinària per les vinyes quan el sòl està massa humit. També s'utilitzen pneumàtics de baixa pressió i s'evita l'erosió amb regs d'alta freqüència.
- Subministrament just i controlat de l'aigua. L'estrès hídric o el reg excessiu són perjudicials, però un estrès moderat resulta beneficiós per a la qualitat: donant lloc a un most més concentrat.



- Sistema de monitoratge que permet un seguiment exhaustiu de totes les plagues i malalties amb la finalitat de tractar les zones de cada parcel·la només quan aquestes superin un llindar que causi danys qualitatius.
- Ús de confusió sexual per al control de *Lobesia botrana*, l'arna del raïm.
- Evitar la pèrdua de nutrients utilitzant sensors d'humitat a diferents profunditats per tal d'aprofitar al màxim els adobs per part del cultiu.
- Gestió dels residus minimitzant la seva producció, reciclant-los en la mesura del possible, classificant-los i gestionant-los.

Les denominacions d'origen corresponents a la zona de Raïmat són dues. D.O. Costers del Segre, D.O. Catalunya i D.O. Cava.

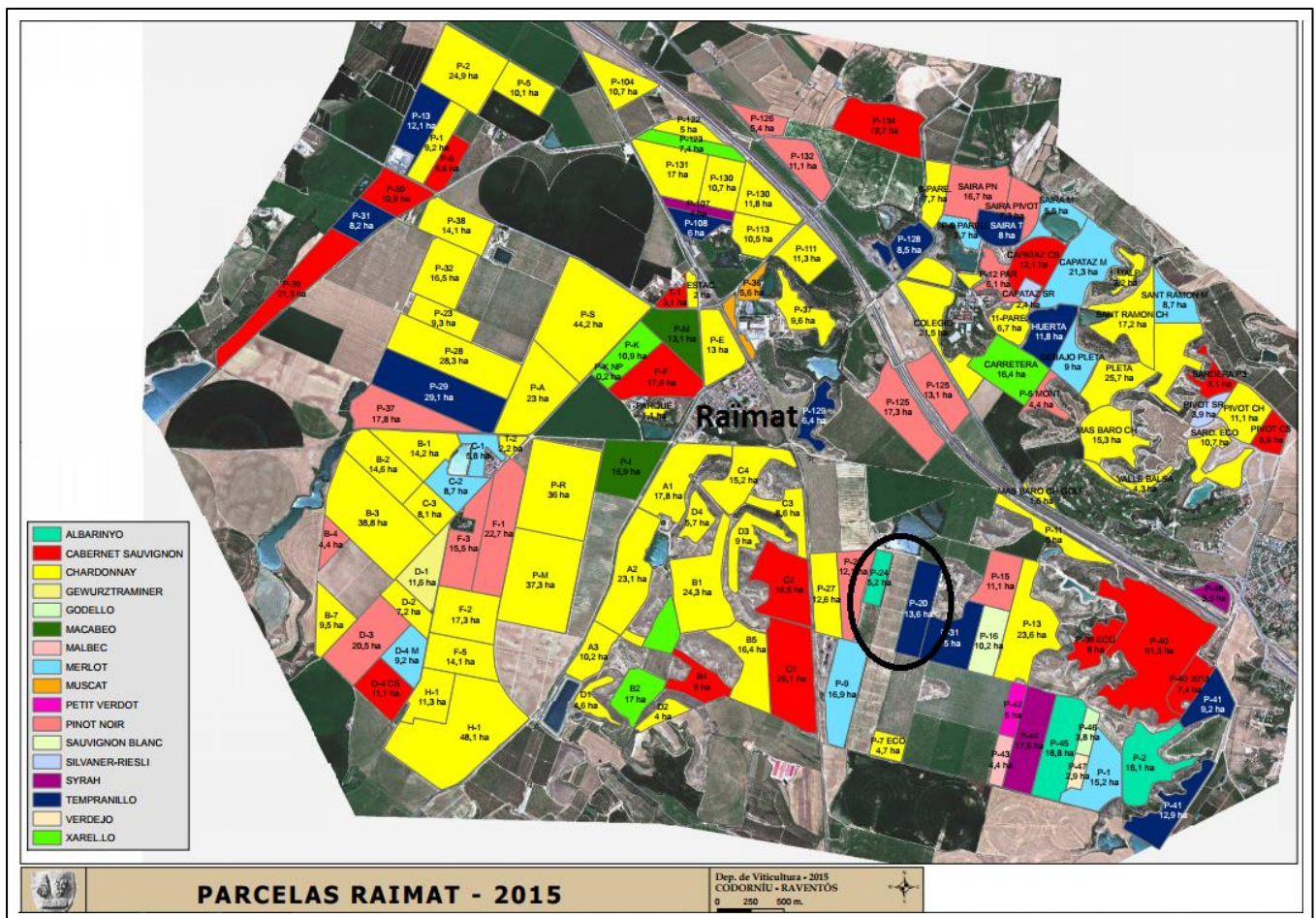


Figura 5. Distribució de les plantacions a Raïmat segons la varietat. Les parcel·les que participen en aquest treball apareixen encercades.



4. Objectius

A nivell general es pretén contribuir amb dades experimentals a la recerca dins l'àmbit del control integrat de plagues en el cultiu de la vinya. Com a objectius concrets es planteja:

- Avaluar l'ús de fitoseids, *Amblyseius andersoni*, per reduir la població d'aranya groga *Eotetranychus carpini*, mitjançant l'alliberament en format "empolsat" i en format "sobres", amb el corresponent monitoratge de la plaga a la parcel·la afectada en concret.
- Avaluar els tractaments fitosanitaris a dosi ajustada a la dimensió de les capçades del cultiu en el control de la mateixa plaga.



5. Materials i mètodes

5.1 Control biologic

5.1.2 Localització i característiques de la parcel·la

Concretament, la parcel·la on s'ha realitzat l'assaig és la número 24 (Figura 5 i Figura 6), 41°39'54"N 0°29'33"E, on hi ha una plantació de la varietat Albarinyo en espatllera des del 1997 de 5,21 ha i té una orientació Nord-Sud i un marc de plantació de 3x2 metres (1666 ceps/ha). Es tracta d'una parcel·la en conversió a producció ecològica que es rega per aspersió i al carrer es deixa la coberta vegetal natural que es rebaixa cada cert temps amb treball de picadora.



Figura 6. Vista de la parcel·la nº 24 i del cartell que avisava de l'alliberament d'organismes de control biològic. (Foto: A. Mármol; Foto del cartell: S. Planas).

5.1.3 Identificació dels àcars observats a la parcel·la experimental

El primer pas d'un programa de control biològic és la identificació exacta de l'organisme considerat plaga (Salas-Araiza & Salazar-Solís, 2003). Amb aquesta finalitat, es van agafar mostres de fulles on hi havia l'àcar fitòfag i es van dur al laboratori per tal de processar-les i confirmar l'espècie plaga (*Eotetranychus carpini*). De la mateixa manera, es va comprovar l'espècie de fitoseid (*Amblyseius andersoni*), també, es va diferenciar la presència d'un altre àcar de la família Tydeidae.

5.1.4 Mostreig seqüencial adaptat

A l'hora de prendre una decisió pel que fa a un tractament -sigui aquest químic o no-, primer és necessari conèixer el nivell d'infestació que presenta la parcel·la. Per tant, es



va dur a terme un mostreig dels ceps, consistent en observar l'ocupació (presència/absència) de les fulles per part de la plaga, l'aranya groga (*Eotetranychus carpini*). Per aquest assaig, es va determinar, a partir d'estudis anteriors (Barrios & Reyes, 2010), que el més convenient era seguir un mostreig seqüencial on es comptessin les fulles ocupades per l'aranya groga seleccionades a l'atzar, de ceps de la mateixa línia, separats com a mínim per 2 ceps intermedis. Es van observar 10 fulles de 10 ceps diferents i a continuació es va procedir, segons si hi havia presència d'aranya groga o no, com indica l'esquema de la Figura 7. Es va anotar el número de fulles ocupades per aranya groga i per fitoseids, així com el número d'individus que es trobaven a cada fulla i la presència d'altres artròpodes fitòfags o auxiliars. Es va dur a terme un seguiment quinzenal des del 19 de maig fins al 27 de setembre de 2016.

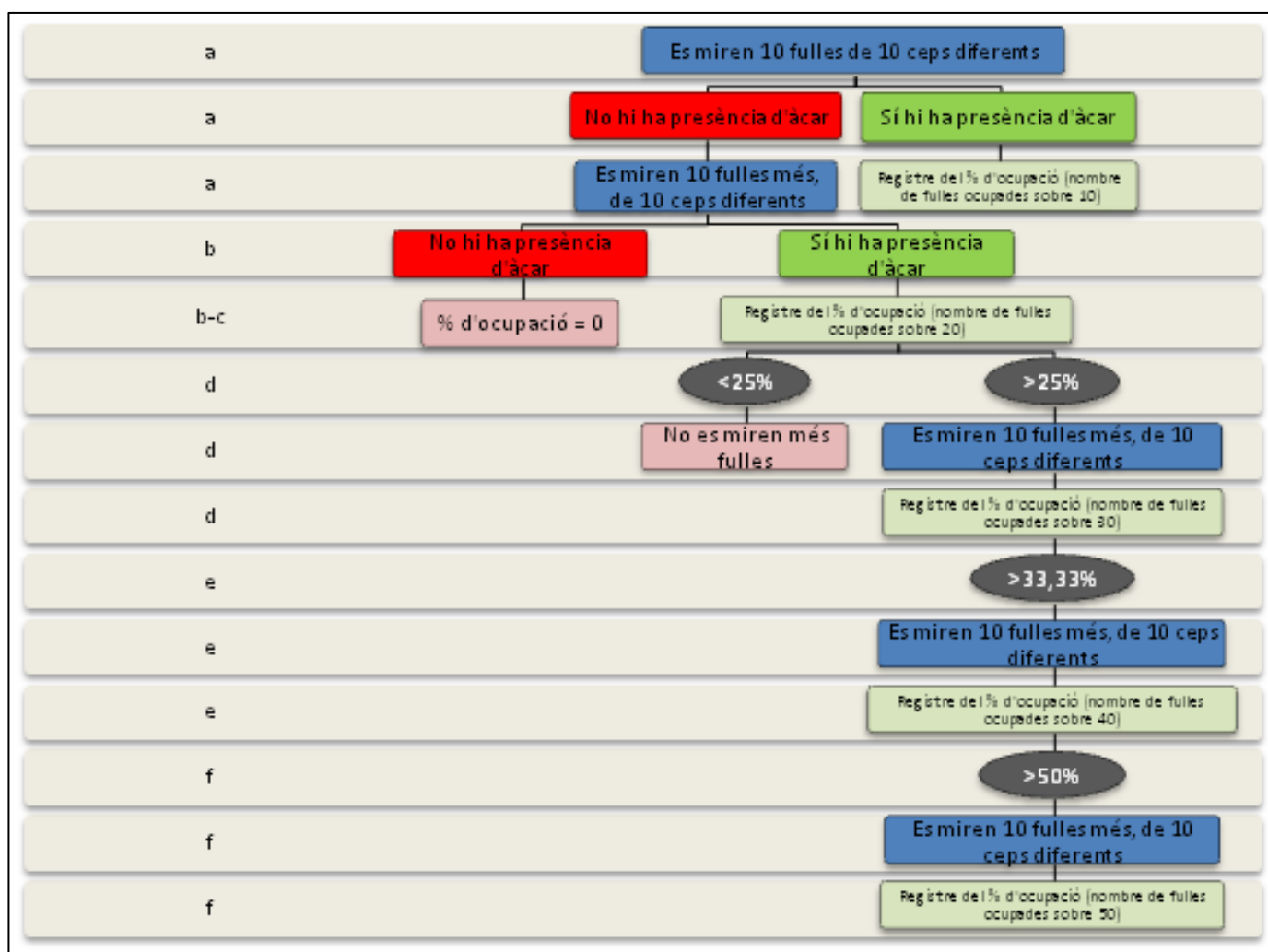


Figura 7. Esquema del mostreig seqüencial adoptat.

5.1.5 Llindar de tractament

A criteri de la direcció tècnica de la finca i després de realitzar una validació durant la campanya 2015, es va decidir modificar el llindar de tractament en funció del moment fenològic del cultiu en que es realitzés el mostreig. En post-floració (estadis 68-75 d'acord amb l'escala BBCH) o als voltants de la floració el llindar de tractament es



situa en el 10% de fulles ocupades, en canvi, a l'inici del verolat (81, en l'escala BBCH), el llindar de tractament se supera quan l'ocupació de fulles es troba per damunt del 20%. El llindar es va rebaixar en relació amb el determinat per Barrios & Reyes (2010), el qual era del 60-70% de fulles ocupades tant en primavera com a l'estiu, degut a que aquest esdevenia massa elevat i la plaga arribava a descontrolar-se.

5.1.6 Disseny experimental de la parcel·la



La parcel·la es va dividir en 4 zones, corresponents al marge, al control, a les fileres on es realitzaria l'alliberament i a les fileres de tractament químic per a àcars fitòfags (a criteri de la direcció tècnica de la finca). La zona control constava de dues fileres a banda i banda de la zona d'alliberament (Figura 8).

Figura 8. Parcel·la experimental (nº 24). Esquema del disseny experimental: la zona del marge ocupa les files 1 a 4; la zona de control ocupa les files 5-6 i 12-13; la zona de l'alliberament ocupa les files 7 a 11; i la zona de tractament químic ocupa totes les files des de la 14.

5.1.7 Alliberament de fitoseids (*Amblyseius andersoni*)

Es van realitzar dos alliberaments de fitoseids (proporcionats per Agrobío S.L., Almería, Espanya) en les dates 19 de maig i 30 de juny de 2016, en l'estadi fenològic 57 (botons florals separats) i 75 (gra de la mida del pèsol), respectivament. El primer alliberament va tenir lloc de la filera 7 a la 11, ambdues incloses, al llarg de 0,6 ha, i es va realitzar mitjançant la tècnica de "l'empolsat" (Figura 9a i 9b), una introducció amb pots de 1 litre amb un tap dosificador amb forats i tancament ajustable. Prèviament, es van barrejar 5 litres del material que contenia *Amblyseius andersoni* (25.000



individus/litre) amb el material que serviria d'alimentació en aquest, l'àcar astigmàtid *Thyreophagus entomophagus*. D'aquesta manera es va realitzar la introducció d'ambdues espècies al mateix moment, disminuint el cost de mà d'obra i garantint alhora que l'àcar depredador trobés l'aliment ràpidament a sobre de les fulles (Figura 9c). La barreja es va realitzar en una bossa de plàstic gran amb moviments suaus per no afectar les poblacions d'àcars. La dosi d'alliberament va ser de 8 ml de la barreja per cada cep, 4 ml per cada branca, equivalent a 2 dosificacions del pot amb el tap completament obert al principi i una mica tancat al final, ja que al buidar-se el pot, la quantitat per dosificació augmentava lleugerament.

El segon alliberament va tenir lloc a les fileres 8 a 10, ambdues incloses, representant 0,36 ha. Es va realitzar mitjançant una introducció amb sobres (250 individus/sobre) (Figura 9a) que es van ubicar a mitja alçada del cep, el més proper possible a les fulles i no exposats al sol directament (Figura 10b i 10c). Es va situar un sobre cada dos ceps, per tant, la dosi d'alliberament va ser de 1,5 sobres/cep. Per tal d'allargar la durada dels sobres un cop penjats, es va grapar la nansa. Simultàniament, es va introduir també *Thyreophagus entomophagus*, en petits munts (com al primer alliberament) a les fulles dels ceps de les files seleccionades en aquest cas.

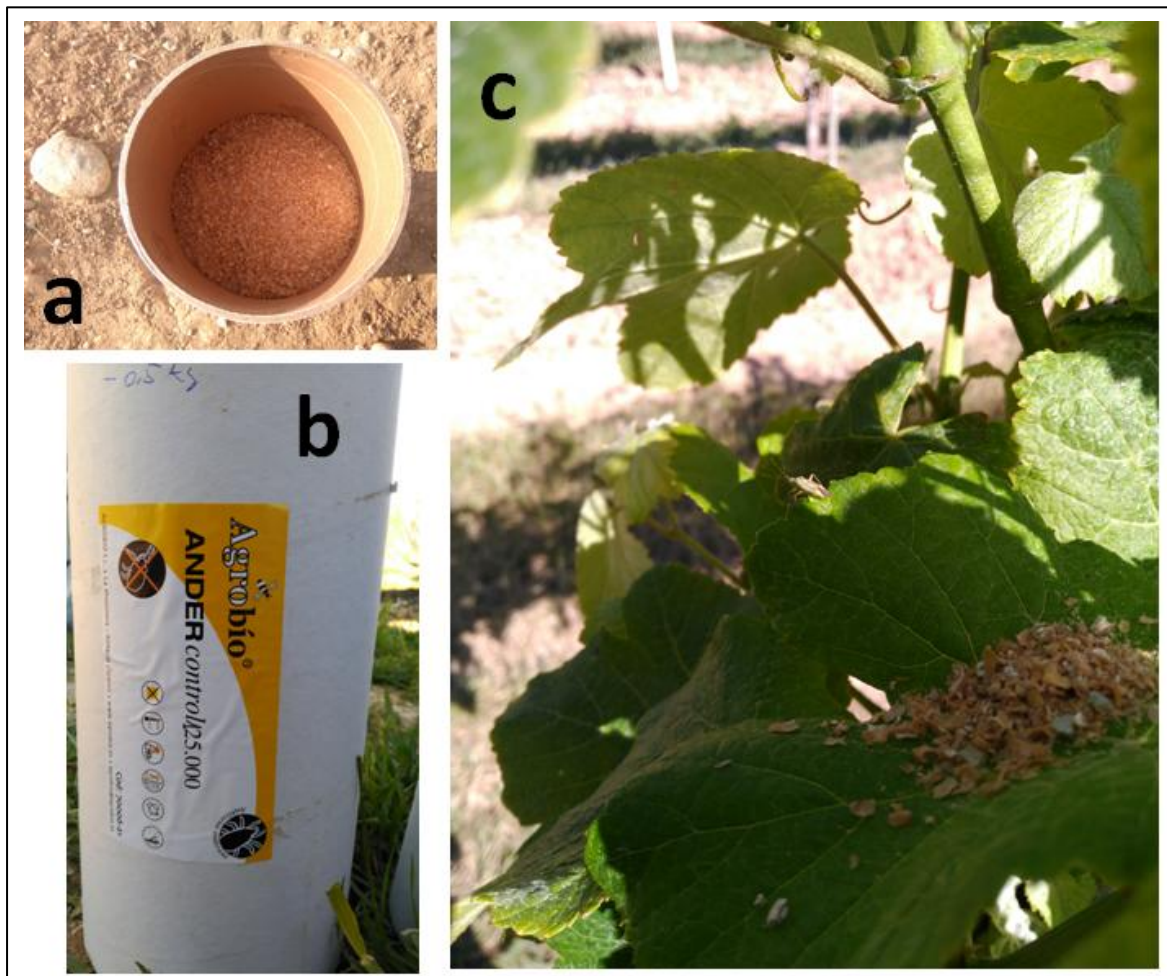
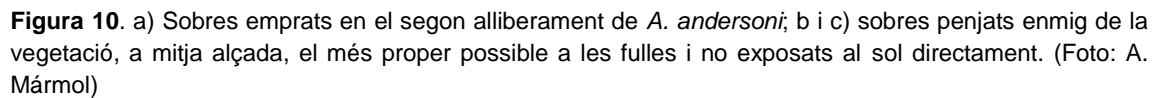


Figura 9. a) Vista frontal del contingut del pot utilitzat per al primer alliberament de *A. andersoni*; b) Vista lateral del mateix pot; c) Dosificació sobre fulla. (Foto: a) A. Mármol; b i c) S. Planas)



A la Taula 1, es mostra el llistat de tractaments que van realitzar a la parcel·la experimental durant la campanya 2016. Cal tenir en compte que Naturalis® i NeemAzal® es va aplicar només a la zona de tractaments químics detallada anteriorment al disseny experimental de la parcel·la. Per a la resta de tractaments es va respectar els terminis de seguretat establerts en cas de introducció d'enemics naturals en programes de control biològic.

Data	Producte fitosanitari	Dosi	Control	Indicacions pels organismes beneficiosos
18/04/2016	Sofre mullable	5kg/ha	Oïdi	
25/04/2016	Sofre mullable	5kg/ha	Oïdi	
26/04/2016	Cinamite® + Alkir	2l/ha + 0,3l/ha	Àcars fitòfags	Alliberaments d'enemics naturals 24h després de la polvorització
02/05/2016	Sofre mullable	7kg/ha	Oïdi	
03/05/2016	ECO KDOS® Hidròxid cúpric 35%	1,5 kg/ha	Míldiu	
11/05/2016	Sofre mullable	7kg/ha	Oïdi	
12/05/2016	ECO KDOS® Hidròxid cúpric 35%	1,5 kg/ha	Míldiu	



19/05/2016 1r Alliberament de <i>Amblyseius andersoni</i>				
23/05/2016	Sofre mullable	7kg/ha	Oïdi	
27/05/2016	Naturalis® (<i>Beauveria bassiana</i>) + oli	1l/ha +6 l/ha	Àcars fitòfags	Compatible amb fauna auxiliar i programes de control biològic
28/05/2016	ECO KDOS® Hidròxid cúpric 35%	2 kg/ha	Míldiu	
02/06/2016	Sofre mullable	7kg/ha	Oïdi	
03/06/2016	ECO KDOS® Hidròxid cúpric 35%	2 kg/ha	Míldiu	
09/06/2016	Sofre en pols	30 kg/ha	Oïdi	
15/06/2016	Sofre cúpric	30 kg/ha	Oïdi	
27/06/2016	Sofre cúpric	30 kg/ha	Oïdi	
30/06/2016 2n Alliberament de <i>Amblyseius andersoni</i>				
07/07/2016	Sofre cúpric	30 kg/ha	Oïdi	
18/07/2016	Sofre cúpric	30 kg/ha	Oïdi	
21/07/2016	NeemAzal® (azaridactina 1%)		Àcars fitòfags	Lleuger efecte nociu sobre alguns organismes de fauna auxiliar (p. ex. mírids)
01/08/2016	Sofre en pols	30 kg/ha	Oïdi	
14/09/2016	Oxiclorur de coure	1,75 kg/ha	Míldiu	

5.1.9 Estadística

Les anàlisis estadístiques es van realitzar amb el paquet R (RCore Team, 2015).

Relació entre *Eotetranychus carpini* i *Amblyseius andersoni*

Es va estudiar la relació entre el nombre de fulles ocupades per ambdues espècies en cada tractament i data mitjançant una regressió lineal.

Ocupació de fulles per *E. carpini* en el temps segons el tractament

En aquest cas, existien dos grups de dades, les fulles ocupades i les fulles observades. En lloc de resumir aquesta informació en forma de percentatges, les dades es van analitzar mitjançant models binomials (1= presència *E. carpini*; 0= absència *E. carpini*). D'aquesta manera, es va poder aprofitar tot el potencial estadístic de les dades. Llavors, es van construir 5 models possibles per tal d'explicar l'ocupació de fulles per *E. carpini*, el més simple dels quals, el model nul, no contenia cap variable explicativa (la ocupació seria deguda a l'atzar). Els dos models següents contenien una variable explicativa: per una banda, l'efecte del tractament (model tractament), aquest ens explicaria si existien diferències d'ocupació de fulles per *E. carpini* i *A. andersoni* entre les diferents zones del disseny experimental; i per l'altra banda, l'efecte de l'alliberament (model alliberament), aquest ens explicaria si existien diferències en el nombre de fulles ocupades per *A. andersoni* i *E. carpini* entre abans i després dels alliberaments de fitoseïds. Finalment, s'hi afegien dos models més que incloïen les dues variables explicatives (el tractament i l'alliberament): en un cas no s'admetien interaccions (model no interacció) i en l'altre sí (model interacció). Per comparar la qualitat dels diversos models es va fer servir el criteri d'informació d'Akaike corregit, AICc (Burnham & Anderson, 2003), sent aquesta una versió de l'AIC preparada expressament per a mostres petites, com era el cas. Els models es van ordenar segons la seva qualitat en una taula de selecció de models i es van analitzar i



testar més profundament els que es van considerar més interessants mitjançant el test de la z de Wald.

Ocupació de fulles per *A. andersoni* en el temps segons el tractament

Es va dur a terme el mateix anàlisi que per a *E. carpini*.

5.2 Control químic

5.2.1 Localització i característiques de la parcel·la

La parcel·la on es va realitzar correspon a la indicada amb el número 20 a la Figura 5 i s'observa a la Figura 11. Es troba situada a 41°39'55"N i 0° 29'48"E. L'ocupa una vinya de Tempranillo en espatllera de 13,56 ha. Està orientada en direcció Nord-Sud amb un marc de plantació de 3x2 metres (1666 ceps/ha). Al tractar-se d'una parcel·la convencional es deixa créixer coberta vegetal natural als carrers, que es rebaixa cada cert temps amb treball de picadora, i s'aplica herbicida a sota de les files. En el moment del tractament, 24 d'agost de 2016, l'estat fenològic del cultiu era BBCH 83-85 (fi del verolat i inici maduració baies).



Figura 11. Vista de la parcel·la experimental (nº 20) on es va realitzar la dosificació zonal de productes fitosanitaris. (Foto: A. Mármol)

5.2.2 Identificació de la plaga, mostreig seqüencial adaptat i llindar de tractament

La plaga per a la qual es va realitzar el tractament era *Eotetranychus carpini*. Es va dur a terme un mostreig seqüencial adaptat (Figura 7), igual al definit en l'apartat de l'assaig de control biològic, però de caire puntual els dies 11 i 29 d'agost de 2016 i per a cada zona de vigor diferenciada, per tal de poder determinar el percentatge d'ocupació de les fulles, abans i després del tractament i per tant, avaluar l'eficàcia. A criteri de la direcció tècnica de la finca, no es van deixar zones sense tractar com a zones control, necessari pel càlcul d'eficàcia en la fórmula d'Abbott (Abbott, 1925). Per tant, es va definir l'eficàcia per a aquest cas, com el càlcul de la reducció de fulles ocupades per la plaga després del tractament.

També, a criteri de la direcció tècnica de la finca i com s'ha explicat per a l'altre assaig, en l'estadi fenològic de l'inici del verolat (81, en l'escala BBCH), el llindar de tractament se supera quan l'ocupació de fulles per *Eotetranychus carpini* es troba per damunt del 20%.



5.2.3 Avaluació del vigor vegetatiu

L'empresa de serveis AgroPixel S.L. va proveir l'índex de densitat cel·lular de la vegetació (*Plant Cell Density Index* –PCD- en anglès) a partir del tractament d'imatges aèries de la parcel·la d'estudi recollides per un sensor multiespectral aerotransportat.

Aquest índex s'obté de l'equació:

$$(1) PCD = \frac{\varphi_{NIR}}{\varphi_{RED}}$$

on φ_{NIR} i φ_{RED} són mesures de la reflectivitat en l'infraroig proper (760-900nm) i en el vermell (630-690nm), respectivament. Els valors són alts per a la biomassa fotosintèticament activa i baixos per a la biomassa fotosintèticament menys activa.

El proveïdor va processar els valors numèrics dels píxels per aconseguir, per a cada píxel, un valor d'índex de densitat cel·lular de la vegetació. D'aquesta manera es va classificar la vinya en subzones en funció de la vigorositat vegetativa que presentava (Bramley *et al.*, 2003). Es van diferenciar dues zones de vigor de les capçades dels ceps: vigor elevat i vigor baix, ocupant 10,4 hectàrees i 2,6 hectàrees, respectivament, del total de la parcel·la (Figura 12). El grup de baix vigor es caracteritzava per una capçada



Figura 12. Parcel·la experimental (nº 20). Es diferencia, en blau, la zona de vigor alt i, en vermell, la zona de vigor baix, modificades per agrupar les zones del tractament (AgroPixel S.L.). (Font: Román *et al.*, 2017)

de 0,80 m d'alçada, amb una profunditat de 0,60 m i una porositat del 30%; el d'alt vigor, per una capçada de 1,20 m d'alçada, 0,90 de profunditat i 15% de porositat.

Els valors de l'índex d'àrea foliar (LAI) es van confirmar després de defoliar completament i mesurar 3 ceps per a cada zona diferenciada amb el PCD, essent 1,45 per a la zona d'elevat vigor i 0,98 per a la zona de baix vigor (Taula 5); valors molt propers als estimats per DOSAFRUT 1,56 i 0,91, respectivament (Román *et al.*, 2017).

5.2.4 Calibratge de l'equip de tractament

Els volums d'aplicació van ser ajustats per a cada classe de vigor fent ús del sistema DOSAFRUT d'acord amb el LAI, resultant en 418 L/ha per a les zones de vigor elevat i 318 L/ha per a les zones de vigor baix (Taula 2). El calibratge de l'equip per a cada volum unitari es va dur a terme a la parcel·la d'assaig prèviament al tractament (Figura 14b) (Román *et al.*, 2017). L'equip d'aplicació (Figura 13) utilitzat va ser un



polvoritzador llemo-Hardi Iris equipat amb ventilador de flux radial i estructures de distribució vertical (Figura 13 i Figura 14a) amb un total de 24 broquets cònics grocs ALBUZ ATR (Figura 14b) que es van ajustar a la mida de la capçada seguint la visual de la trajectòria dels raigs. A criteri de la direcció tècnica de la finca, la velocitat adoptada pels tractaments es de 6,5 km/h amb l'objectiu d'aconseguir la capacitat de treball desitjada.

Taula 2. Paràmetres operatius del tractament per a ambdues zones de vigor (alt i baix).

Vigor	Dimensió (ha)	LAI	Pressió de treball (bar)	Velocitat d'avançament	Volum de caldo aplicat (L/ha)	Mn ⁺ 2 (g/ha)
Alt	10,4	1,45	14	6,5 km/h	418	843
Baix	2,6	0,98	8		318	642

L'equip es va calibrar per a dues pressions de treball, 8 i 14 bars, per a poder operar segons la classe de vigor, baixa o alta, respectivament. Aquest canvi era comandat per l'operador cada vegada que es travessava el límit de l'àrea definida per a un o altre vigor d'acord amb un GPS incorporat a la cabina (Figura 14d).



Figura 13. Polvoritzador llemo Hardi Iris utilitzat a l'assaig, equipat amb ventilador de flux radial i conductes de distribució vertical, realitzant el tractament de dosificació zonal a la parcel·la experimental (nº 20). (Foto: S Planas)

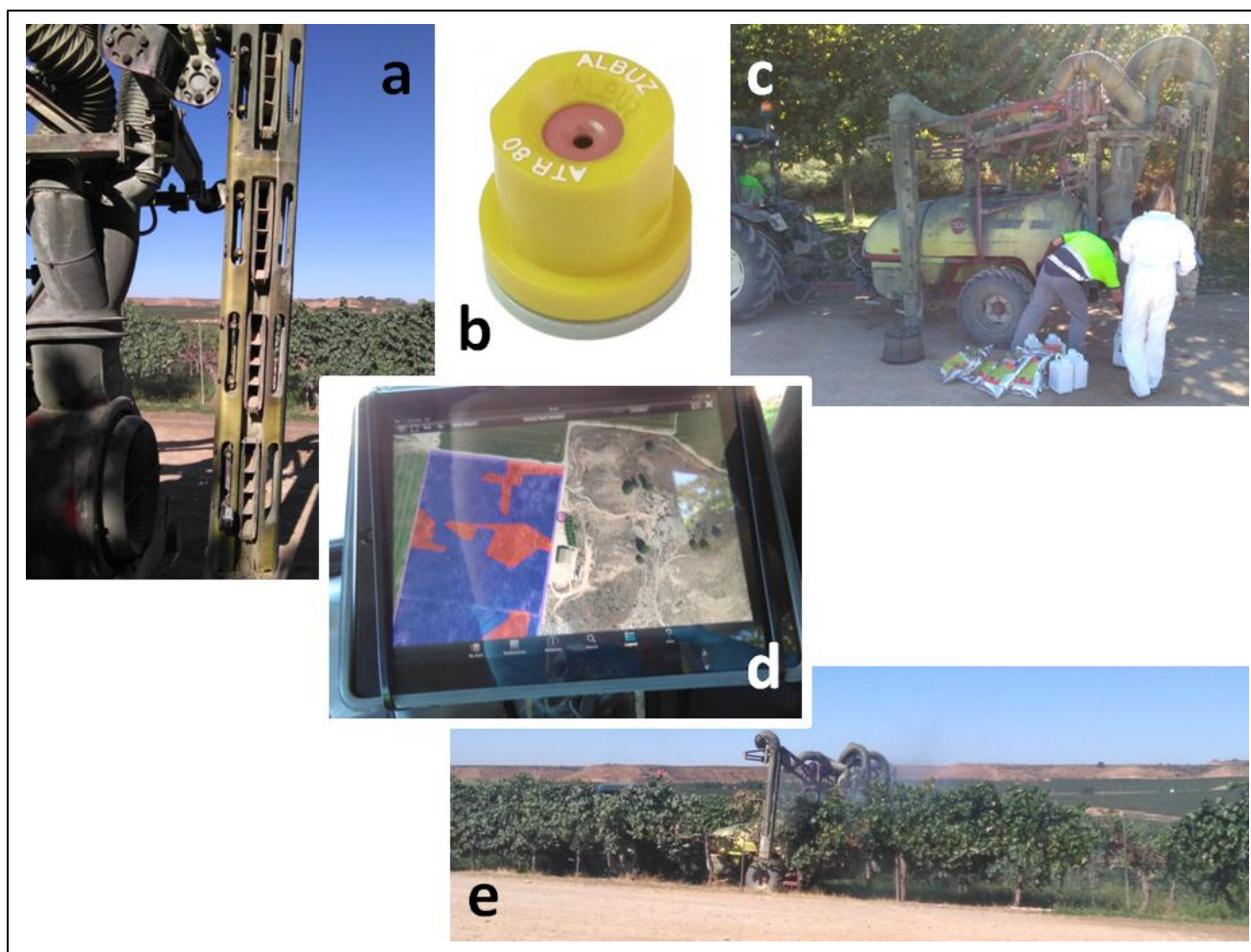


Figura 14. a) Detall dels conductes de distribució del pulveritzador Ilemo Hardi Iris; b) Broquet cònic groc Albuz ATR; c) Preparació de l'equip per al tractament; d) Imatge del GPS diferenciant vigor alt (blau) i vigor baix (vermell) al monitor utilitzat a la cabina; e) Equip d'aplicació en marxa durant el tractament. (Foto a, c, d i e): A. Mármol; Font: b) <https://waypart.es/pulverizadores/3991-boquilla-ceramica-atr-albuz-turbulencia-amarilla.html>)

5.2.5 Condicions climàtiques

La temperatura, la humitat, i la velocitat del vent van ser mesurades durant el tractament que va durar des de les 11:30h fins les 14:00h, amb una estació meteorològica portàtil.

Taula 3. Condicions climàtiques durant la realització del tractament el 24 d'Agost de 2016.

Hora	11:39	12:15	12:51	14:40
Temperatura	27,0°C	27,4°C	29,0°C	31,0°C
Humitat	45%	42%	37%	32%
Velocitat del vent	4,1 km/h	3,7 km/h	5,1 km/h	4 km/h

Les condicions definides a les bones pràctiques agrícoles (Pellisa, 2014) en el moment de realitzar un tractament fitosanitari indiquen que la temperatura ambient no ha de ser superior a 25°C, que la humitat ha de ser superior al 60% i que la velocitat del vent ha



de ser inferior a 10,8 km/h. Degut a les elevades temperatures del mes d'agost a Lleida i a un seguit d'imprevistos, l'assaig es va haver d'endarrerir fins a començar en un moment on la temperatura era força més elevada que la recomanada i la humitat, una mica més baixa (Taula 3).

5.2.6 Productes aplicats

Els productes fitosanitaris utilitzats en el tractament són els següents:

- APACHE® Insecticida-acaricida per contacte i ingestió, d'acció translaminar. La composició és 1,8% Abamectina (18g/L) i pel que fa a la formulació, es tracta d'un concentrat emulsionable, que pertany al grup químic de les glicòsid-lactones macrocíclics. S'aplica en polvorització normal sense sobrepassar la dosi de 1,3 L/ha en vinya. El termini de seguretat en vinya és de 28 dies (Figura 15a).
- Clorpirifos 48% (480 g/L) Insecticida-acaricida per contacte, ingestió i inhalació, actua com un inhibidor de la acetilcolinoesterasa. Concentrat emulsionable. S'aplica en polvorització normal amb una dosi de 0,15-0,20% (cc/L aigua). El termini de seguretat en vinya és de 21 dies (Figura 15b).
- Hidrocobre 50 Alintra® Fungicida-bactericida cúpric amb una composició d'hidròxid cúpric 50% p/p (expressat en coure), formulat en forma de pols mullable. S'aplica en polvorització normal a una dosi de 0,20-0,40%. El termini de seguretat en vinya és de 15 dies (Figura 15c).

Marcador (Figura 15):

- SARCAN Mn® Corrector de carències de manganès. Quelat de manganès (Mn^{2+}) per EDTA, la composició és manganès soluble en aigua, quelat per EDTA 13% m/m. S'aplica en polvorització foliar a una dosi de 0,5-1'5 g/L i fins a 6 tractaments per any (Figura 15d). En aquest cas, i per tal d'utilitzar-lo com a marcador es va aplicar a una dosi més elevada de 2,02 g/L.

Altres productes:

- DITENE Plus® Mullant, èter d'alquil poliglicol al 20% p/v. Tensioactiu no iònic com a concentrat soluble per a aplicar a totes les espècies vegetals com a coadjuvant a una dosi de fins a 0,05% per insecticides i fungicides. S'addiciona als fitosanitaris polvoritzables per tal de proporcionar més adherència i resistència als rentats, i així augmentar la seva persistència. L'addició d'un adjuvant adequat a la barreja del dipòsit ajuda a aconseguir una reducció de la deriva, de la mateixa manera o encara més, que escollir uns broquets adequats (Ferguson *et al.*, 2016).



Figura 15. Productes emprats en l'aplicació en l'ordre d'aparició al text. (Foto: A. Mármol)

5.2.7 Disseny experimental

Els dipòsits foliar i les pèrdues al sòl es van mesurar en 3 rèpliques. Per a cada rèplica, es van analitzar les deposicions foliar de 9 zones de mostreig diferents (3 alçades i 3 profunditats) de dos ceps i les deposicions en 7 col·lectors artificials (consistents en paper absorbent subjectat en plaques de PVC) col·locats a sota de les files i al mig dels carrers (Figura 16) (Román *et al.*, 2017).

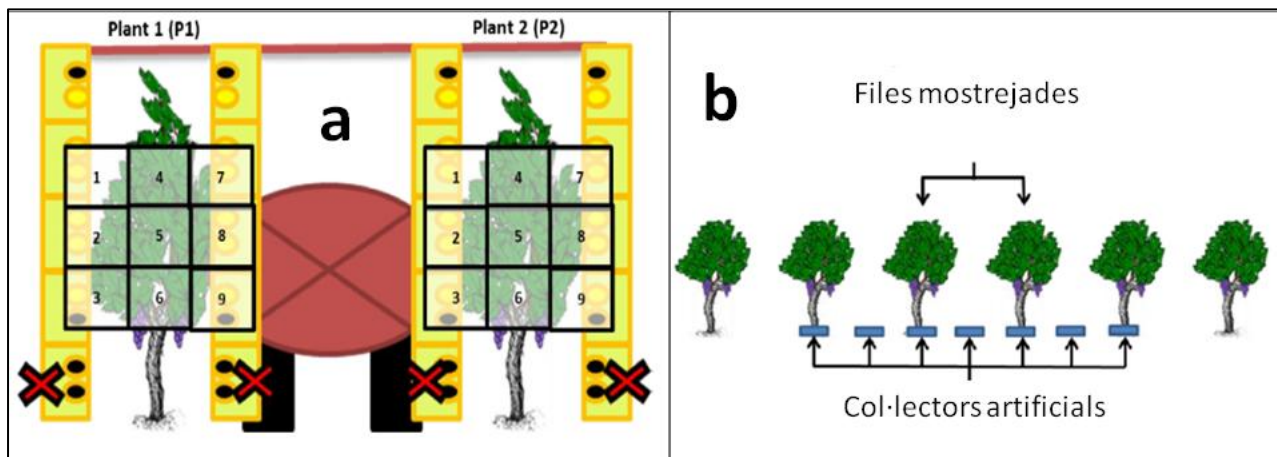


Figura 16. Esquema del disseny experimental: a) les tres alçades i profunditats mostrejades; i b) la disposició dels 7 col·lectors al sòl.

5.2.8 Avaluació de deposicions

Es van recollir les mostres de fulles en bosses de plàstic amb tancament "zip" de 30x20 cm, adequadament marcades, durant les 2 hores següents a l'aplicació. Totes les bosses amb les mostres de fulles i dels col·lectors es van guardar en una nevera portàtil a les fosques durant la recollida al camp, i després en un refrigerador fins al procés d'extracció. A més, es van recollir tres mostres de 60 ml de la solució polvoritzada pels broquets abans i després del tractament, per tal de determinar la concentració real de manganès al dipòsit.



Amb l'objectiu d'avaluar la distribució espacial dels productes aplicats, es va utilitzar, com en treballs previs, el quelat de manganès com a marcador (Murray *et al.*, 2000; Cross *et al.*, 2001; Gil *et al.*, 2005, 2007). Fet el tractament, es va dur a terme l'extracció del quelat de manganès mitjançant un rentat amb 100 ml d'aigua desionitzada i acidificada amb àcid clorhídric (HCl) a l'1%, que s'incorporava a les bosses que contenien les mostres. Es deixava actuar 30 minuts i se'n recollia la solució en flascons de 150 ml. Després, les fulles es van col·locar sobre paper absorbent per tal d'assecar-les. Per a les bosses que contenien les mostres de les pèrdues al sòl es va seguir el mateix procediment, amb l'única diferència que es va utilitzar 51 ml d'aigua desionitzada i acidificada amb HCl (1%). A continuació, es va dur a terme una dilució de les mostres (Figura 17a) amb aigua desionitzada a 1:50 i 1:1000, amb la finalitat de determinar la concentració de manganès en les mostres i en el dipòsit del polvoritzador, respectivament, mitjançant l'espectròmetre d'absorció atòmica AAnalyst 200 AA (PerkinElmer®, Waltham, MA, USA) (Figura 17b) instal·lat al DMACS (Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl) de l'ETSEA.

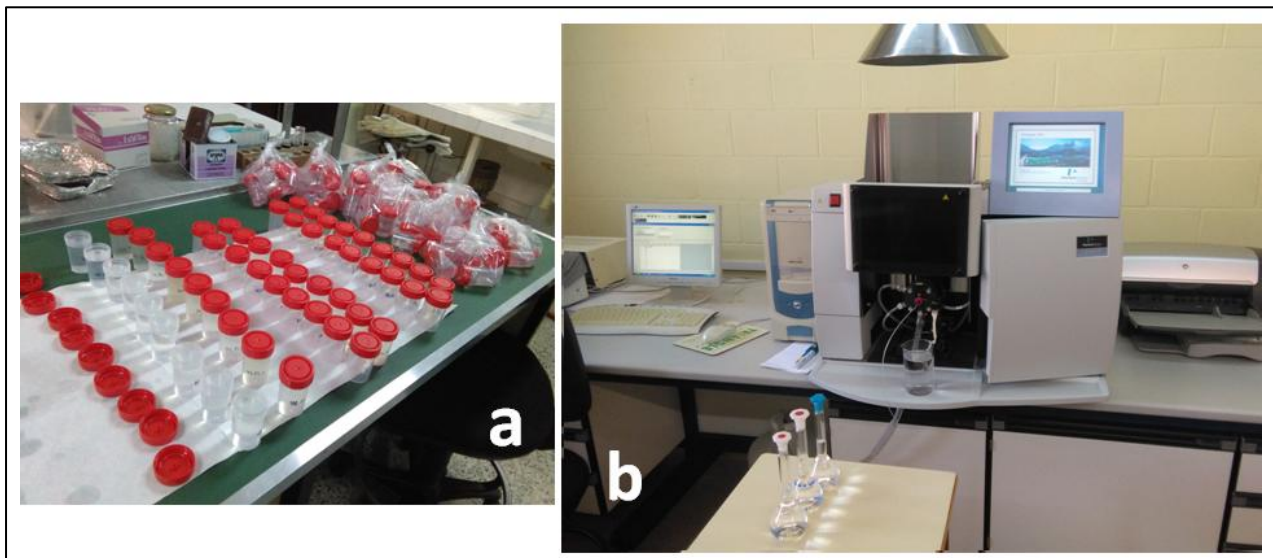


Figura 17. a) Procediment de dilució de les mostres; b) Espectròmetre d'absorció atòmica AAnalyst 200 AA (PerkinElmer®, Waltham, MA, USA. (Foto: A. Mármol)

La superfície de les mostres es va determinar mitjançant un planímetre electrònic LI 3100C (LI-COR®, Lincoln, NE, USA) per a les fulles, instal·lat al Centre de Mecanització Agrària; i, amb el càlcul de l'àrea de la peça de paper absorbent per als col·lectors del sòl. A continuació, es va calcular, la deposició Mn^{+2} per superfície de la fulla o col·lector artificial ($\mu g/cm^2$).

El balanç de masses es va dur a terme mitjançant les fórmules següents (Jensen & Olsen, 2014):

$$(2) \text{ Recuperació (\%)} = \frac{100 \times (10^8 \times \text{deposició foliar en } \frac{\mu g}{cm^2} \times \text{LAI en } \frac{ha}{ha})}{10^6 \times \text{dosi aplicada en } \frac{g}{ha} \text{ (o } \frac{L}{ha})}$$



$$(3) \text{ Pèrdues al sòl (\%)} = \frac{100 \times (10^8 \times \text{pèrdues al sòl en } \frac{\mu\text{g}}{\text{cm}^2})}{10^6 \times \text{dosi aplicada en } \frac{\text{g}}{\text{ha}} \text{ (o } \frac{\text{L}}{\text{ha}})}$$

5.2.9 Estadística

Les anàlisis estadístiques es van realitzar amb el paquet R (RCore Team, 2015).

Deposicions foliars

Per comprovar si hi havia diferències significatives en la deposició de Mn^{+2} a les fulles de les zones d'alt i baix vigor es va realitzar ANOVA factorial en la qual s'incloïen com a elements explicatius el vigor, la posició (zona de la planta on es van prendre les mostres) i la seva interacció. A més, es van explorar els efectes de la "posició" en la deposició de Mn^{+2} per poder testar els efectes de l'alçada i la profunditat. Per tant, es va realitzar ANOVA factorial per testar els efectes d'alçada, profunditat i la seva interacció en la deposició de Mn^{+2} per a cada classe de vigor.

Pèrdues al sòl

Es va realitzar ANOVA factorial per analitzar l'efecte del vigor, de la posició (zona al sòl: fila o centre) i la seva interacció, sobre la quantitat de Mn^{+2} detectat als col·lectors del sòl.



6. Resultats

6.1 Control biologic

6.1.1 Dinàmiques poblacionals

Els resultats de les dinàmiques de població mostren com augmenta l'ocupació de fulles per *Amblyseius andersoni* després dels dos alliberaments, a les fileres on s'ha fet la introducció, en canvi, l'ocupació de fulles per *Eotetranychus carpini* és sempre inferior al fitoseid, però només puntualment es troba per sota del llindar econòmic de danys (10% de fulles ocupades) (Figura 18). A la zona control, l'ocupació de fulles per *Amblyseius andersoni* és elevada des de les primeres dates del monitoratge, encara que no s'ha introduït fitoseids. L'ocupació de fulles per *Eotetranychus carpini* és inferior al fitoseid, quedant per sota el llindar econòmic de danys des de principis de Juliol.

Així doncs, es podria dir que l'alliberament ha tingut èxit. Però, en comparar tractaments s'observa que a les fileres "control" es troben més fitoseids que a les fileres on s'ha produït l'alliberament, i també en aquestes fileres control, el nombre d'àcars fitòfags es redueix (Figura 19). A les fileres de la parcel·la on s'ha tractat amb acaricides acceptats en producció ecològica, l'ocupació per *Amblyseius andersoni* no resulta tan notable com a les dues zones anteriorment comentades, mentre que l'ocupació per *Eotetranychus carpini* es va mantenint més elevada, sobretot a partir de mitjans de Juliol (Figura 20). A les fileres més exteriors de la parcel·la experimental, contigües amb el camí, l'ocupació de fulles per *Amblyseius andersoni* augmenta a partir de mitjan de Juliol, i l'ocupació de fulles per *Eotetranychus carpini* després de tenir un pic a principis de Juliol comença a disminuir (Figura 21).

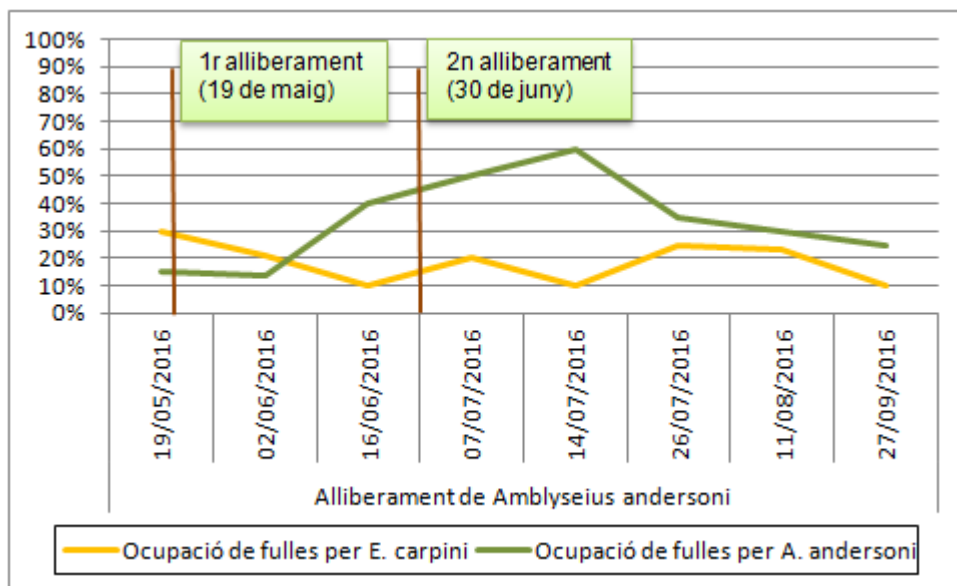


Figura 18. Dinàmica poblacional de *Eotetranychus carpini* i *Amblyseius andersoni* per a la zona on s'ha produït l'alliberament de fitoseids, sent el primer alliberament el 19 de maig de 2016; i, el segon alliberament, el 30 de juny de 2016.

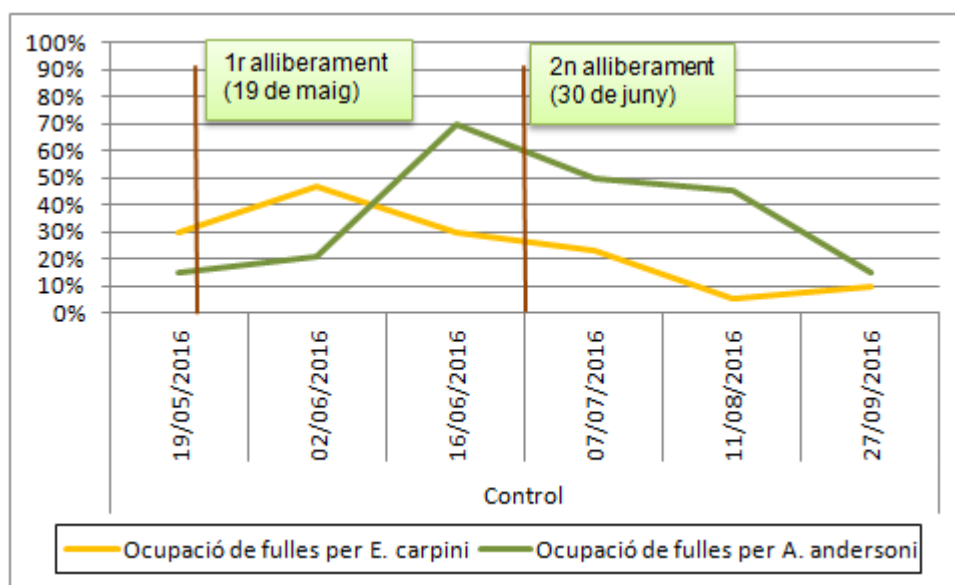


Figura 19. Dinàmica poblacional de *Eotetranychus carpini* i *Amblyseius andersoni* per a la zona control. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.

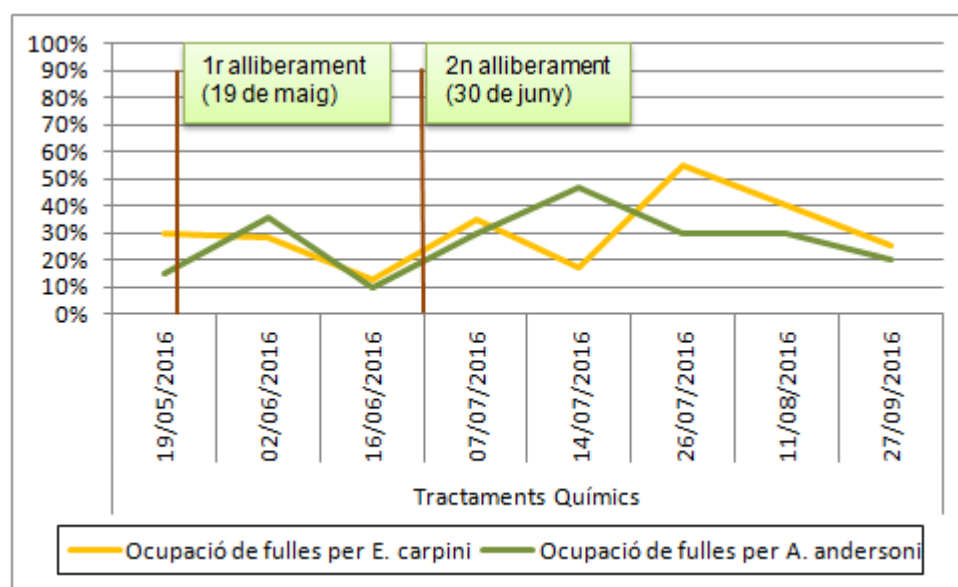


Figura 20. Dinàmica poblacional de *Eotetranychus carpini* i *Amblyseius andersoni* per a la zona on s'han realitzat tractaments acaricides. Per tal d'aportar més informació, es mostren les introduccions de fitoseïds.

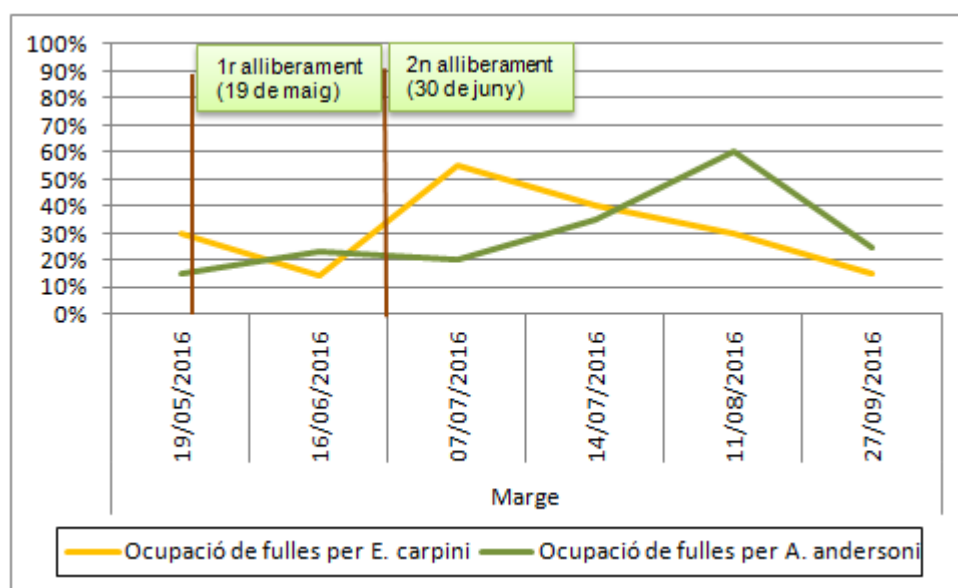


Figura 21. Dinàmica poblacional de *Eotetranychus carpini* i *Amblyseius andersoni* per a la zona més exterior de la parcel·la (marge). Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseïds.



6.1.2 Relació entre *Eotetranychus carpini* i *Amblyseius andersoni*

No existeix una relació entre ambdós organismes ja que la tendència que s'observa a la Figura 22 no es diferencia significativament de la tendència esperada a l'atzar (p-valor= 0,477). L'ocupació de fulles per *A. andersoni* no és relaciona amb l'ocupació de fulles per *E. carpini*, per tant, no es pot dir que existeixi un efecte d'una població sobre l'altra.

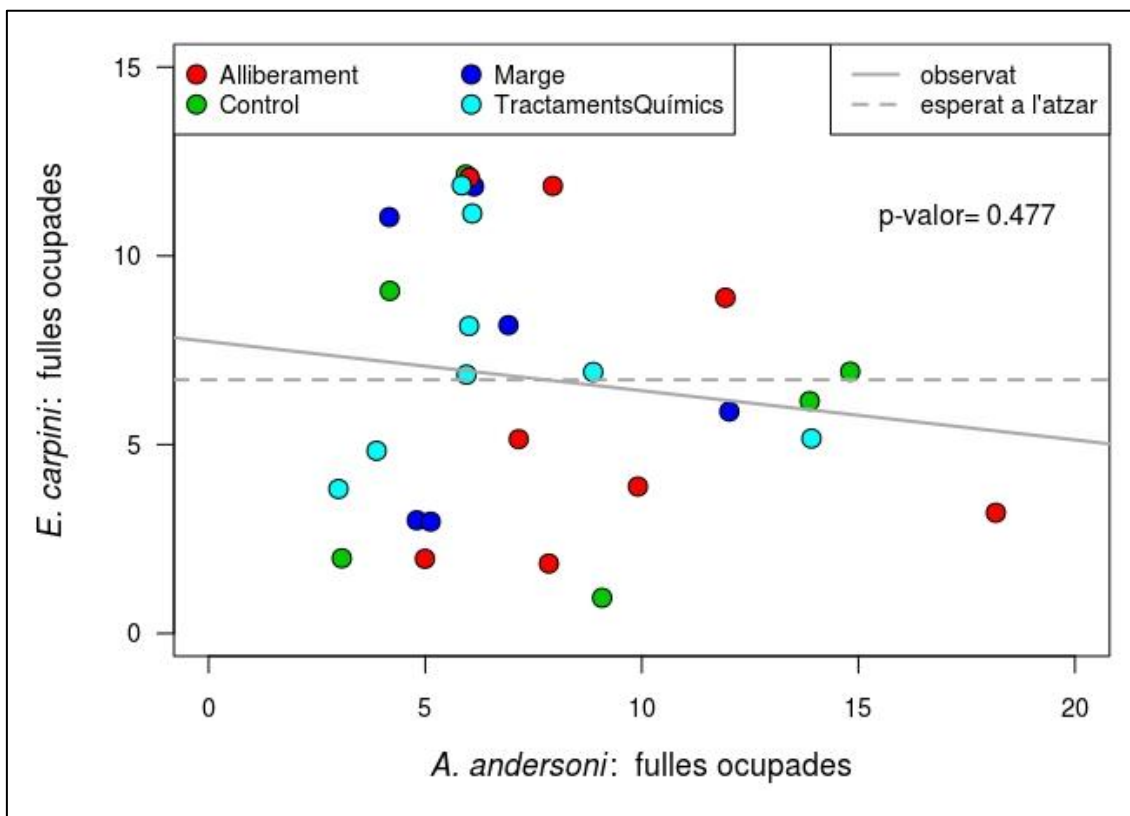


Figura 22. Relació entre l'ocupació de fulles per *E. carpini* i *A. andersoni*. La línia puntejada indica l'efecte esperat a l'atzar, quan un organisme no té un efecte sobre un altre. La línia contínua indica l'efecte observat per a les nostres dades. Els cercles de colors són les dades per a cada data i tractament dins de la parcel·la experimental.

6.1.3 Ocupació de fulles per *E. carpini* en el temps segons el tractament

Taula 4. Comparativa de la qualitat dels diversos models mitjançant AICc per l'ocupació de fulles de *E. carpini*. Com menor és AICc, més s'ajusta el model a les dades. Delta, diferència el millor model dels altres.

	gll	AICc	Delta
Model Nul	1	111,6	0,00
Model Alliberament	2	113,7	2,07
Model Tractament	4	114,2	2,55
Model No interacció	5	117,3	5,70
Model Interacció	8	120,6	8,96

En el cas de l'ocupació de fulles per *E. carpini*, el model amb més suport estadístic segons AICc és el model nul. A continuació, s'exploren els models més simples (model



Alliberament i model Tractament) degut a la proximitat d'aquests amb el model nul. L'exploració del model Alliberament dona resultats no significatius (p -valor= 0,571), és a dir, no es pot dir que el fet d'alliberar fitoseids produeixi una tendència a disminuir la ocupació de fulles per part de *E. carpini*. En canvi, l'exploració del model Tractament ens indica que l'ocupació de fulles per *E. carpini* a les fileres on s'han introduït els fitoseids és més baixa que a les fileres del marge (p -valor= 0,0488) i marginalment significativa més baixa que a les fileres amb tractaments acaricides (p -valor= 0,0529). En canvi, no hi ha diferències significatives amb les fileres control (p -valor = 0,3719), com s'observa a la Figura 23, on s'aprecia una tendència a disminuir *E. carpini* en el control, que queda entretallada i apareix més tard sent inferior a l'ocupació de fulles per *E. carpini* en la zona d'alliberament de fitoseids.

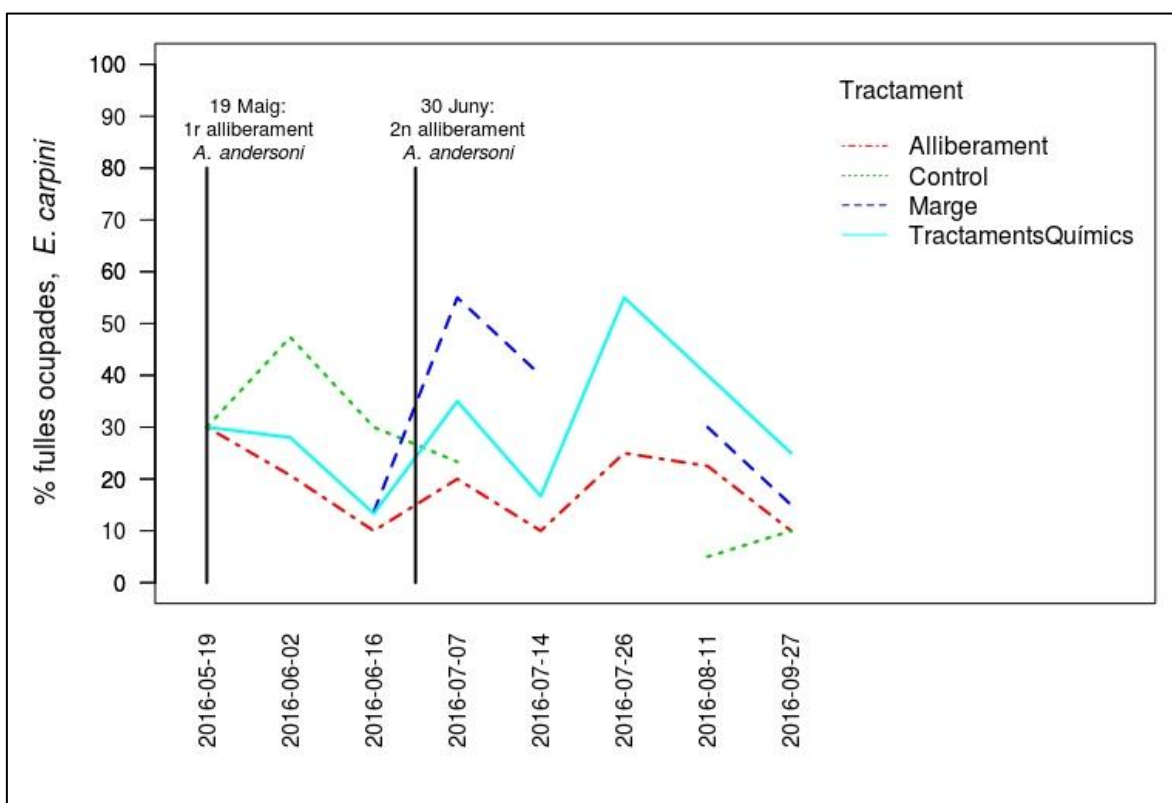


Figura 23. Ocupació de fulles per *E. carpini* en els quatre tractaments de la parcel·la durant el monitoratge de la plaga i els fitoseids. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseids.

6.1.4 Ocupació de fulles per *A. andersoni* en el temps segons el tractament

Taula 5. Comparativa de la qualitat dels diversos models mitjançant AICc per l'ocupació de fulles de *A. andersoni*. Com menor és AICc, més s'ajusta el model a les dades. Delta, diferència el millor model dels altres.

	df	AICc	Delta
Model Alliberament	2	119,7	0,00
Model Nul	1	120,6	0,93
Model No interacció	5	125,9	6,26
Model Tractament	4	126,4	6,69
Model Interacció	8	135,1	15,38



En el cas de l'ocupació de fulles per *A. andersoni*, el model amb més suport estadístic segons AICc és el model alliberament, seguit pel model nul (Taula 5). La resta de models es situen a força distància (Delta= 6,26). Per tant, s'explora el model alliberament, que expressa una tendència (p-valor= 0,073) a augmentar la ocupació de fulles per *A. andersoni* indistintament de la zona de la parcel·la (cal tenir en compte, que estem avaluant organismes vius amb capacitat de dispersió) (Figura 24). Si, com en l'anterior apartat explorem el model Tractament, trobem que no hi ha diferències significatives entre les diferents zones del disseny experimental (p-valor= 0,540), és a dir, no es pot dir que els alliberaments de fitoseids a la parcel·la experimental siguin notoris.

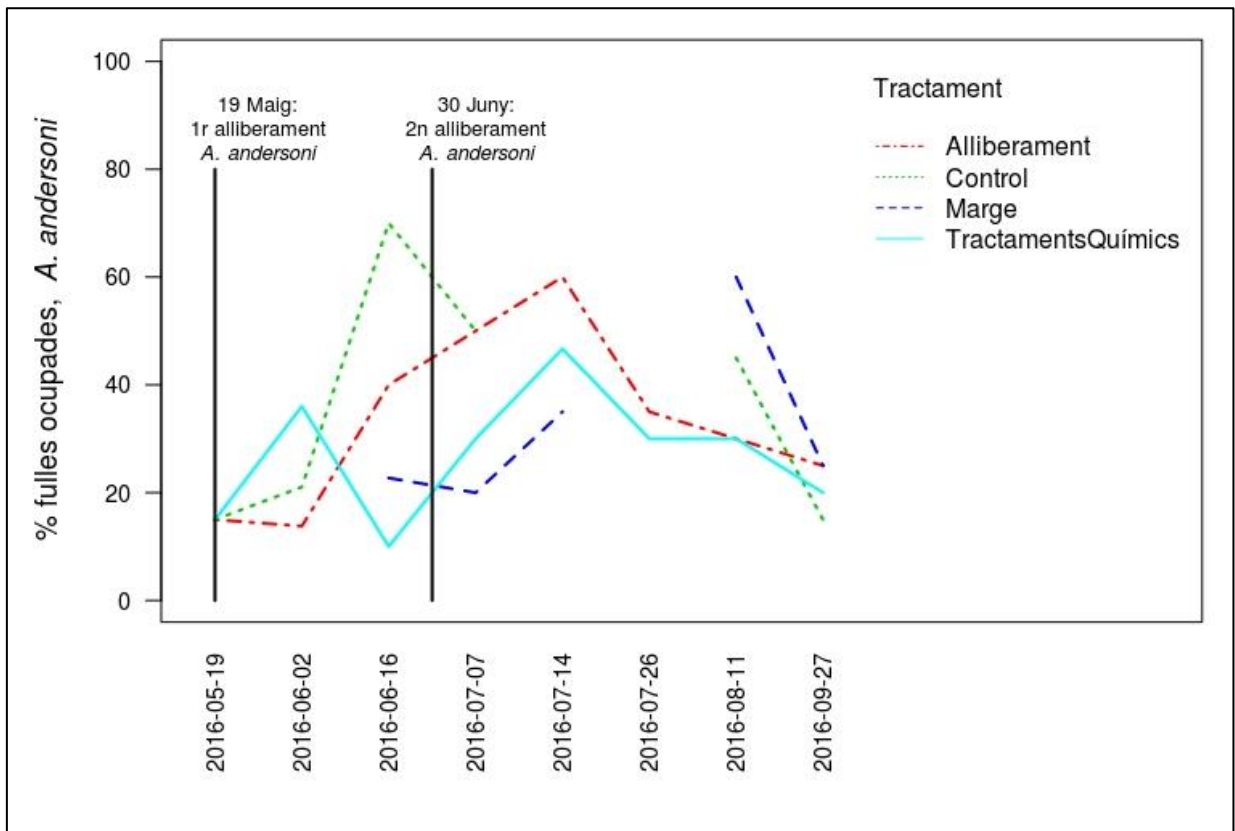


Figura 24. Ocupació de fulles per *A. andersoni* en els quatre tractaments de la parcel·la durant el monitoratge de la plaga i els fitoseids. Per tal d'aportar més informació, es mostren les dates de les introduccions de fitoseids.

6.1.5 Altres àcars

A la parcel·la d'assaig també es van trobar àcars de la família Tydeidae, però les dades numèriques resulten inconsistentes per a ser avaluades, tot i així es vol fer menció de la troballa.



6.2 Control químic

6.2.1 Deposicions foliars

No s'observen diferències significatives (p-valor= 0,455) entre les deposicions de Mn^{2+} per a les dues zones de vigor (Figura 25).

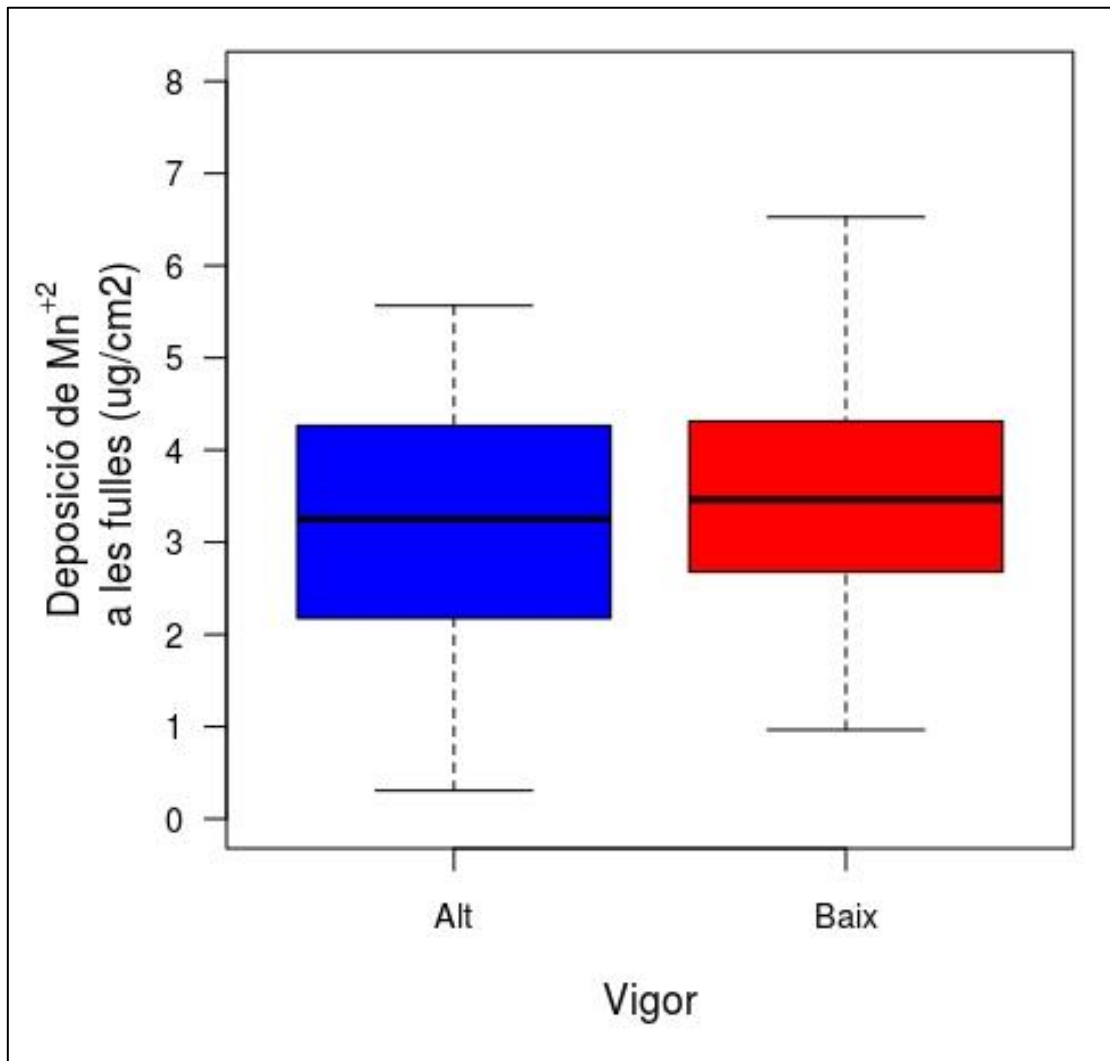


Figura 25. Deposició foliar de Mn^{2+} per a les zones de vigor alt i baix (n= 54).

Només la posició presenta diferències significatives sobre la quantitat de Mn^{2+} dipositada a les fulles (p-valor= 0,00064). Com s'observa a la Figura 26, les posicions més interiors (4,5,6) són les que obtenen nivells més baixos de Mn^{2+} .

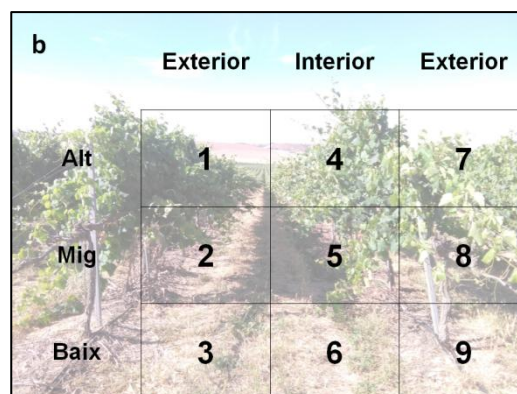
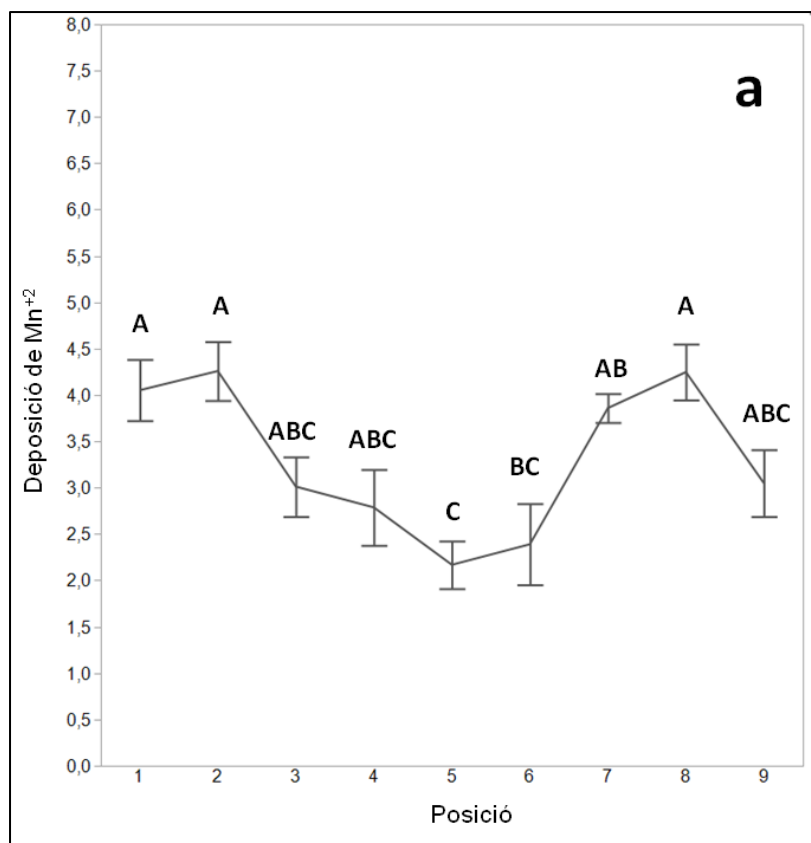


Figura 26. a) Diferències en les deposicions foliars de Mn²⁺ segons la posició en la capçada, les posicions 1, 2, 3, 7, 8 i 9 representen les zones més exteriors, i les posicions 4, 5 i 6, les posicions més interiors. Les lletres diferents indiquen valors diferents (test HSD de Tukey). b) Guia per a recordar la disposició en la capçada de les mostres considerades.

A l'explorar la posició per a totes dues zones de vigor, es detecta un efecte interactiu entre alçada i profunditat (p -valor= 0,014) a la zona de vigor alt, però en canvi, per a la zona de vigor baix es detecta un efecte de la profunditat (p -valor= 0,032; p -valor de la interacció= 0,268). Al formar part de la interacció, no es pot separar l'efecte de l'alçada. Però, com en dos casos hi ha un efecte clar i significatiu de la profunditat, s'entén que les diferències en el perfil són degudes a aquest factor, produint-se els valors més alts a la zona exterior de la capçada, corresponent al números 1,2,3,7,8 i 9 de la Figura 27; i, els valors més baixos a la zona interna de la capçada corresponent als números 4,5 i 6, com es pot veure a la Figura 27.

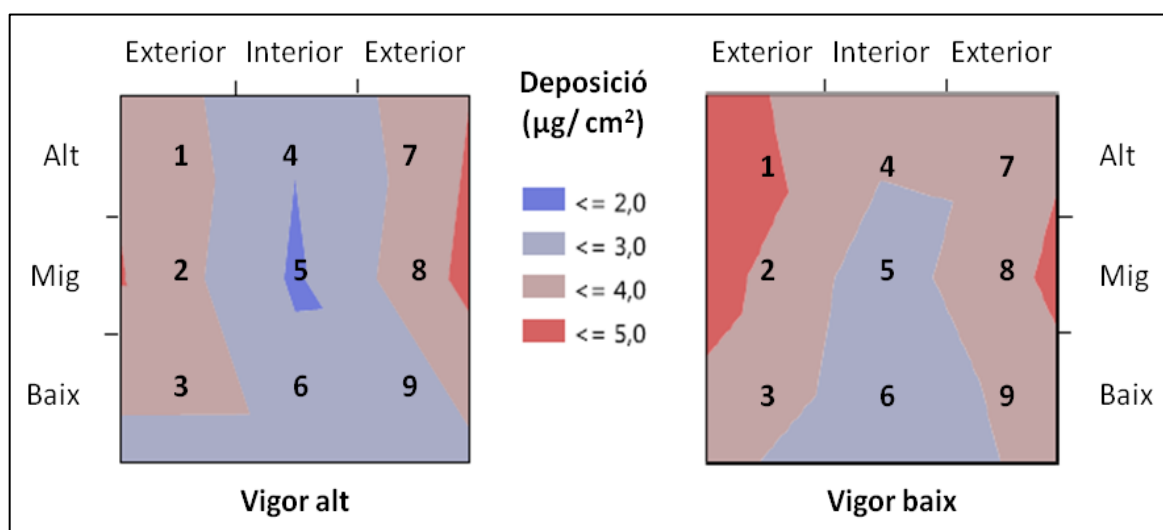


Figura 27. Deposició de Mn²⁺ (µg/cm²) a les zones de la capçada per vigor alt i baix. (Font: Román *et al.*, 2017)



6.2.2 Pèrdues al sòl

Existeixen diferències significatives per a la quantitat normalitzada de Mn^{+2} segons el vigor (p -valor = 0,027), com s'observa a la Figura 28. Encara que fos fila o camí (p -valor de la posició= 0,719), les pèrdues augmentaven a la zona de vigor baix.

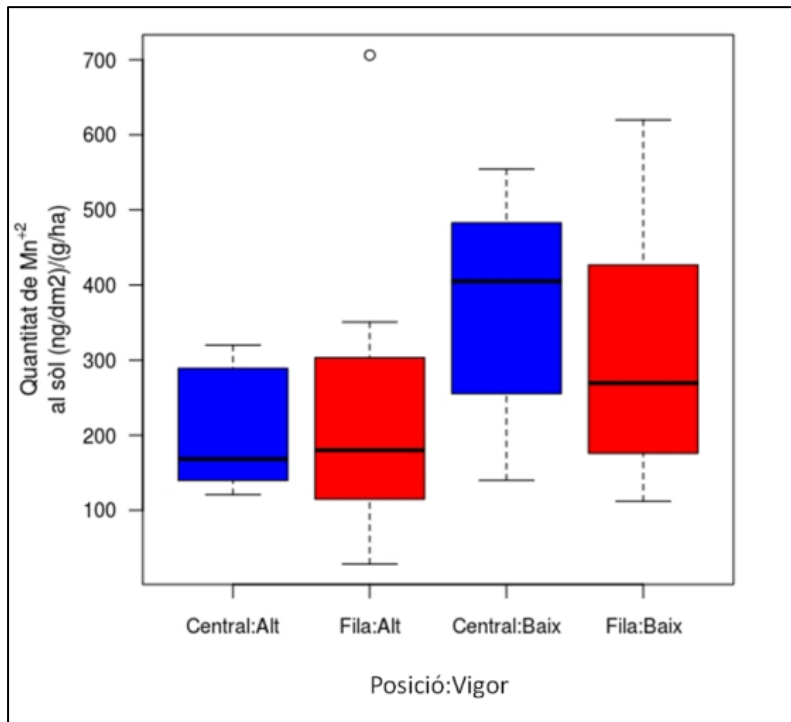


Figura 28. Quantitat de Mn^{+2} dipositada als col·lectors artificials, segons la zona de vigor i la posició al sòl (sota de la fila de la vegetació o al centre del carrer).

6.2.3 Balanç de masses

La recuperació de les deposicions en fulla van ser similar per a ambdues zones de vigor, en canvi, les pèrdues al sòl es van incrementar en la zona de vigor baix, mentre que a la zona de vigor alt es va incrementar la fracció no quantificada, podent ésser aquesta: deriva, evaporació, etc. (Figura 29).

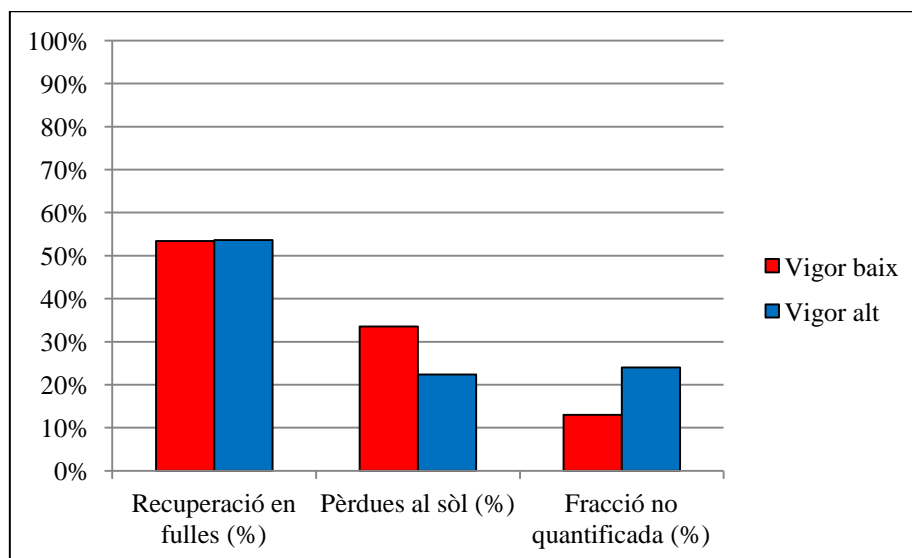


Figura 29. Distribució del líquid total de l'aplicació en les fulles, el sòl i la fracció no quantificada.



6.2.4 Eficàcia del tractament

S'observa, aparentment, una relació entre el vigor de les plantes i el nombre de fulles ocupades per *Eotetranychus carpini*: en plantes més vigoroses s'hi troba més plaga. En ambdós casos, el tractament redueix per sota el llindar econòmic de danys (20%) el nombre de fulles ocupades per l'àcar fitòfag (Figura 30). A més, l'ocupació de fulles per *Eotetranychus carpini*, es redueix un 82% després del tractament a la zona de vigor baix, i un 68% a la zona de vigor alt.

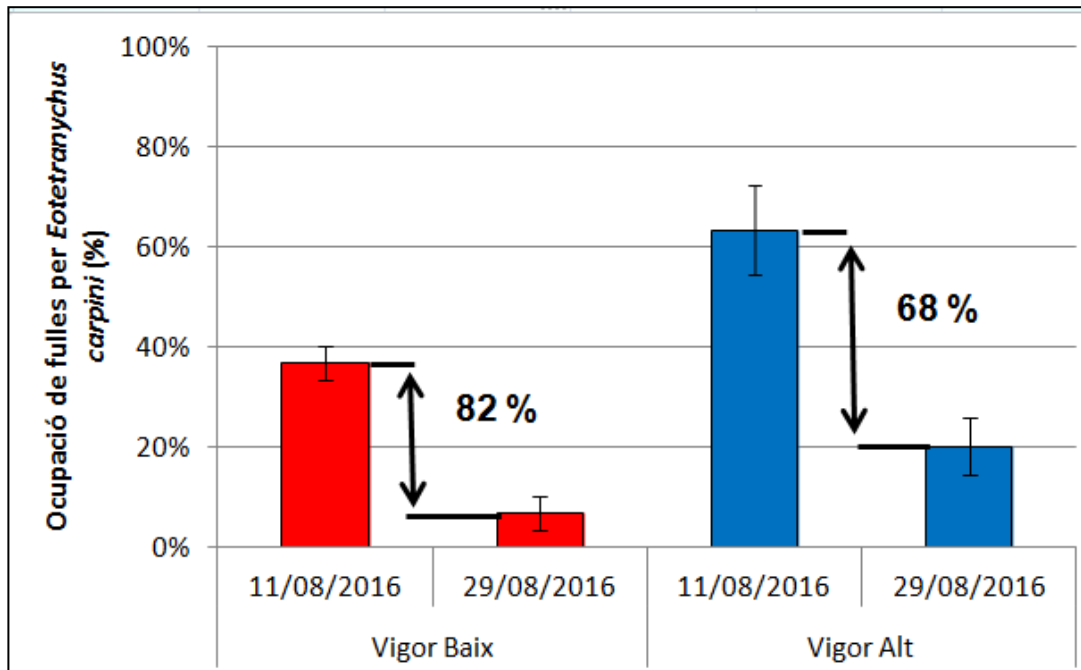


Figura 30. Ocupació de les fulles per *E. carpini* abans (11/08/2016) i després (29/08/2016) del tractament realitzat el 24 d'Agost del 2016, per a cada zona de vigor. Els percentatges ressaltats enmig del gràfic mostren la reducció de fulles ocupades per l'organisme plaga després del tractament, per a cada zona de vigor.



7. Discussió

7.1 Control biològic

7.1.1 Factors que influeixen *Amblyseius andersoni* en el seu paper com a depredador de *Eotetranychus carpini*

D'acord amb anteriors experiments duts a terme en vinyes italianes per Duso *et al.* (1983) i Mazzaro (1987) s'ha comprovat com l'alliberament de *Amblyseius andersoni* no és eficaç en el control d'àcars tetrànquids. En canvi, al laboratori, Duso & Camporese (1991) havien observat com *A. andersoni* responia a les feromones emeses per *Eotetranychus carpini* i *Panonychus ulmi*, i que ambdues espècies semblaven ser preses òptimes per a aquest fitoseid. Però en aquest assaig, malgrat s'observa un augment de la presència de *A. andersoni* i una disminució de la presència de *E. carpini* després dels alliberaments, no podem parlar d'èxit del control biològic degut a que els resultats no han diferenciat significativament la zona on s'ha produït l'alliberament de fitoseids de la resta de zones on no hi ha hagut introducció de fitoseids. Com s'ha indicat a la introducció, hi ha molts factors que poden influenciar el control biològic exercit per aquests organismes. A continuació, es volen avaluar les diferents causes possibles que expliquen els resultats obtinguts:

7.1.1.1 Comportament d'agregació i dispersió de *Amblyseius andersoni*

A. andersoni, pel seu comportament com a depredador generalista, tendeix a no agregar-se en zones de presa (McMurtry & Croft, 1997) explicant així la presència variable als ceps. A més, degut a l'elevada mobilitat que presenta i amb l'ajuda de factors climàtics, com l'efecte del vent a la zona de Raïmat, els fitoseids del primer alliberament s'haurien pogut desplaçar al voltant de les fileres de la introducció (precisament, les fileres control) i aquest fet hauria pogut provocar una elevada densitat de fitoseids en aquestes fileres abans del segon alliberament.

També, cal tenir en compte que *A. andersoni* colonitza freqüentment les plantacions de manera natural des de plantes silvestres (Duso, 1989) que poden estar presents a la coberta vegetal, al marge, o a diversos hàbitats que es puguin trobar al voltant. Potser, la coberta vegetal existent a la parcel·la d'assaig o la proximitat a un marge no cultivat, ha provocat una major densitat de *A. andersoni* de manera erràtica, que explicaria també, l'elevat nombre de fitoseids trobats a les fileres control.

7.1.1.2 Les condicions climàtiques

Eotetranychus carpini presenta una temperatura òptima de desenvolupament més elevada (26°C) que *Amblyseius andersoni* (23°C), per tant, les elevades temperatures a la zona de Lleida durant la primavera i l'estiu, amb una mitjana de temperatura màxima de 28,7°C en el període de Maig a Setembre de 2016



(RuralCat, 2016) podrien anar en detriment de *A. andersoni*, ja que la sensibilitat a les altes temperatures sovint augmenta amb el nivell tròfic (Cagnolo *et al.*, 2002; Preisser & Strong, 2004; Voigt *et al.*, 2003; Guzmán *et al.*, 2016).

D'altra banda, pel que fa sobretot al primer alliberament, el vent dominant a la zona de Raïmat, amb ratxes màximes d'entre 30-50 km/h (Figura 31) en direcció Oest i Sud-Est (Meteocat, 2017) en el dies següents a la introducció al camp, ha pogut intervenir en la dispersió dels fitoseids fora de les fileres de l'alliberament. No podem dir el mateix per al segon alliberament, en que les taxes màximes de vent no eren tant elevades (entre 20-30 km/h, direcció Sud i Oest) i els sobres quedaven més resguardats en la vegetació.

		Velocitat (en nusos)	Velocitat (en km/h)	Alt. ones (en metres)	Efectes al mar	Efectes en terra
Força 0	Calma	<1	0-2	0	Mar com un mirall	El fum puja verticalment
Força 1	Ventolina	1-3	2-6	0.1	La mar s'arriba, però no forma escumalls	S'endevina la direcció del vent a través del fum, però no per les banderes
Força 2	Vent fluixet	4-6	7-11	0.2-0.4	Ones petites amb crestes definides sense trencar-se	Es nota el vent a la cara, es mouen les fulles dels arbres i les banderes
Força 3	Vent fluix	7-10	12-19	0.5-1	Ones amb escumalls ocasionals	Les fulles dels arbres s'agiten, les banderes s'estenen
Força 4	Vent moderat	11-16	20-29	1-1.5	Ones més llargues amb escumalls	S'aixeca pols i papers petits
Força 5	Vent fresquet	17-21	30-39	1.6-2.5	En trencar les ones, ocasionalment esquitxen	Es mouen els arbres petits i s'aixequen ones petites al port
Força 6	Vent fresc	22-27	40-50	2.6-4	Mar escumosa i esquitxos freqüents	Es mouen branques grosses, els cables elèctrics xiulen. El paraigües és difícil de mantenir
Força 7	Vent fort	28-33	51-61	4.1-5.5	Mar grossa, l'escuma és arrossegada pel vent	Arbres en moviment. És difícil caminar contra el vent
Força 8	Temporal	34-40	62-74	5.6-7.5	Totes les ones formen esquitxos	Es trenquen les branques primes. No es pot caminar contra el vent
Força 9	Temporal fort	41-47	75-87	7.6-10	Els esquitxos dificulten la visibilitat, la mar fa remor	Es trenquen xemeneies i es trenquen teules
Força 10	Temporal molt fort	48-55	88-101	10.1-12.5	Remor de la mar intensa amb cops secs de l'onada en caure	S'arrenquen arbres i ocasiona danys greus als edificis
Força 11	Temporal violent	56-63	102-117	12.6-16	Els vaixells mitjans desapareixen. Mar coberta en bancs d'escuma	Destrosses arreu
Força 12	Huracà	>32.7	>118	>16	Mar blanca. Tot l'aire és ple d'escuma i esquitxos	Catàstrofes

Figura 31. Escala de Beaufort, indica els efectes en terra i en mar de les diferents velocitats del vent, a més dels noms i l'índex de força. (Font: <http://www.barcelonaworldrace.org>)

7.1.1.3 L'anatomia de les fulles

Malgrat ser el fitoseid depredador més abundant a la plana de Lleida, *Amblyseius andersoni*, probablement, com ja s'ha dit a la introducció, veu afectada la seva actuació en el control biològic de *Eotetranychus carpini* a causa de la pubescència (Duso & Vettorazzo, 1999; McMurtry & Croft, 1997) evident de les fulles de la varietat Albarinyo (Figura 32) on va ser alliberat, que alhora semblen beneficiar *Eotetranychus carpini*, ja que els hi permet amagar-se dels depredadors, tant a les formes mòbils com als ous.



Figura 32. Revers de fulla de la varietat Albarinyo on es pot observar l'elevada pubescència, amb una muda d'aràcnid.

7.1.1.4 Productes químics i enemics naturals

A la parcel·la on s'ha dut a terme l'assaig, i com s'ha explicat a l'apartat de materials i mètodes del present treball, no es va aplicar cap producte fitosanitari amb efectes nocius contra els fitoseids com s'ha citat en els antecedents (clorpirifos, flufenoxuron i tiametoxam), de manera que cap d'aquests productes ha pogut tenir un efecte en l'actuació dels fitoseids en el control biològic. De fet, els acaricides aplicats són aptes producció ecològica i a més, no s'han aplicat en les fileres on han tingut lloc les introduccions de fitoseids.

En canvi, cal tenir en compte el flux d'aire d'elevada velocitat produït a les boques de l'equip polvoritzador que es dona en tots els tractaments amb assistència d'aire, ja que aquest pot provocar que els munts de fitoseids del primer alliberament es dispersin, o bé, que es desprenguin molts dels sobres de fitoseids penjats dels sarments (Figura 33) durant el segon alliberament, rebaixant l'eficàcia del control biològic.

A més, en certs casos s'ha constatat que, tot i que els tractaments amb sofre redueixin els danys per *E. carpini*, també hi ha una tendència a que facin reduir el nombre de fitoseids (Román, C., Navarro, M. & Torres, J., comunicació personal, 28 de Setembre de 2016). Canviar els tractaments de sofre en pols a sofre mullable podria ser una millor estratègia a seguir quan es fan introduccions de fitoseids o per tal de fomentar la colonització d'aquests des del marge, ja que el sofre mullable resulta menys tòxic que el sofre en pols (Papaioannou-Souliotis *et al.*, 1998).



Figura 33. Estat d'alguns sobres trobats setmanes després de la introducció. (Foto: A. Mármol)

7.1.1.5 Alliberaments tardans

Anteriorment, en diferents assajos duts a terme per Duso (1989) i Duso *et al.* (1991) s'havia comprovat que la introducció a l'hivern dels fitoseids *Typhlodromus pyri* i *Kampimodromus aberrans* resultava més exitosa que la introducció d'aquests a la primavera, degut a que a l'hivern les femelles diapausants de fitoseid toleren canvis climàtics bruscos, al contrari que a la primavera més avançada. Així, durant la brotació, els fitoseids arriben immediatament a les fulles noves, depredant les femelles de *E. carpini* que surten de la diàpauza i van a posar els ous. De manera que quan només s'han desenvolupat unes poques fulles, el control de l'aranya groga es podria obtenir ràpidament (Duso, 1989). Tot i això, diversos assajos duts a terme per Fischer *et al.* (2005) amb el depredador utilitzat en l'assaig (*A. andersoni*) van demostrar que quan s'utilitzava de forma preventiva, es donava una reducció de la incidència de la plaga a l'inici del cultiu, tot i que, sense arribar a controlar-la. De totes formes, probablement en l'assaig del present treball, els dos alliberaments de fitoseids es van produir massa tard per a garantir un control biològic efectiu de l'aranya groga.



7.1.2 Altres consideracions

Altres aspectes que poden ser interessants de tenir en compte són els desavantatges de l'alliberament manual de fitoseids, que resulta costós per l'exigència en mà d'obra i difícilment aplicable en cultius extensius no confinats degut a la col·locació molt laboriosa dels sobres i fins i tot, de "l'empolsat". S'ha calculat que una persona podria realitzar la introducció de fitoseids a 150-160 m lineal/dia, equivalent a 2-3 jornades/ha de cultiu.

Pel que fa a la presència d'àcars tideids, aquests s'han considerat indiferents per a l'efecte de l'alliberament dels fitoseids i el control de l'aranya groga, ja que la majoria d'espècies són d'alimentació sapròfaga, alimentant-se de fongs, melassa i restes orgàniques que troben en fulles i branques (García Marí *et al.*, 1991), tot i això, al no tenir dades consistents tampoc s'ha pogut constatar si podrien servir d'aliment als fitoseids generalistes (Kreiter, 1991), garantint la seva presència també en condicions on no es trobi la presa i per tant, una persistència més elevada en el cultiu.

7.2 Control químic

Cal tenir en compte la possible penalització derivada de que el tractament es realitzés en condicions climàtiques fora de les recomanades per les bones pràctiques d'aplicació de productes fitosanitaris.

7.2.1 Deposicions foliars

A la zona de baix vigor de l'assaig, la dosificació s'ha reduït un 24%, representant un estalvi del 5% del total de la parcel·la (Román *et al.*, 2017). Alhora, les taxes de cobertura i penetració han estat similars en ambdues zones de vigor. D'aquesta manera es corrobora que l'ajustament del volum d'aplicació segons la mida de la capçada i la densitat de l'àrea foliar, a part de l'estadi de creixement del cultiu, pot reduir les dosis dels productes fitosanitaris d'acord amb altres autors que han fet avaluacions d'ajustament de dosi (Pergher & Petris, 2007; Llorens *et al.*, 2010), amb uns resultats de cobertura similars o millors que als mètodes convencionals i evitant així la sobredosificació. Els resultats mostren com, de la mateixa manera que Salyani & Whitney (1990), s'han observat diferències en les deposicions foliars segons la profunditat en la capçada, de manera que la cobertura disminueix en les zones interiors del cep. Aquest fet demostra l'existència d'un efecte barrera per part de les fulles del cep, que dificulta la penetració del producte aplicat (Román *et al.*, 2017). Atenent que l'assaig va tenir lloc a finals d'agost, amb els ceps desenvolupats totalment, un altre factor que explica les baixes deposicions a l'interior, pot ser l'elevada rigidesa de les fulles velles, gruixudes i dels brots carregats amb els raïms, que impedeixen la penetració del producte. Per tal de millorar les deposicions en aquesta zona, qualsevol tècnica de maneig capaç de reduir la densitat foliar en aquest nivell, com l'eliminació manual o mecànica de les fulles, seria beneficiosa (Pergher & Petris, 2007).



7.2.2 Pèrdues al sòl

Les capçades petites, amb poca densitat de fulles o elevada porositat representen una menor superfície objectiu per al producte aplicat (Balsari & Scienza, 2003 i Pergher & Petris, 2007) produint que aquest s'escoli a través de la vegetació i augmenti les deposicions al sòl (pèrdues de producte al sòl), com succeeix en aquest assaig per a la zona de baix vigor. Una dosi encara més reduïda per a aquesta zona, podria haver fet disminuir les pèrdues, encara que caldria comprovar que fos suficient per a garantir l'eficàcia del tractament.

7.2.3 Balanç de masses

Els productes aplicats es deposi-te'n a la vegetació o es perden, al sòl o en l'ambient mitjançant la deriva o l'evaporació, en aquest darrer cas, la quantificació esdevé indirecta. La part de productes fitosanitaris que no arriba a la vegetació objectiu i es perd, no representa només una pèrdua econòmica sinó també, un problema ambiental (Furness *et al.*, 2006a, 2006b; Salyani, 1994; Salyani & Farooq, 2004; Stover *et al.*, 2002a), perjudicant els cultius veïns sensibles o amb altres estratègies de producció diferents a la convencional, contaminant els voltants i produint riscos per la salut dels animals i dels humans. Per aquest assaig, s'han estimat unes pèrdues no quantificades més elevades a la zona de vigor alt, que podrien ser explicades com a deriva, propiciada per la manca d'humitat en, o com a evaporació, donada l'elevada temperatura a la que es va realitzar l'assaig. En la zona de baix vigor, el producte probablement va dipositar-se al sòl i va impregnar els col·lectors artificials abans d'evaporar-se.

7.2.4 Eficàcia del tractament

En l'estudi present s'ha pogut comprovar com la dosi terapèutica per superfície foliar no surt perjudicada pel fet de reduir la dosi a la zona de vigor baix, ja que el nombre de fulles ocupades es redueix després del tractament per sota del llindar econòmic de danys per a ambdós vigors.



8. Conclusions

- En quant a l'eficàcia del control biològic de *Eotetranychus carpini* per *Amblyseius andersoni* els resultats no són concloents.
- L'elevat cost de l'alliberament manual de fitoseids no resulta viable per a una explotació de vinya de gran superfície.
- El tractament de dosificació zonal plantejat en aquest assaig serveix de base per a l'ajustament de la dosi al vigor mitjançant l'ús d'imatges aèries.
- En aplicacions a dosi ajustada al vigor de la vinya, sembla necessari mantenir l'eficiència del tractament (balanç de masses) per garantir l'eficàcia del tractament.



9. Recomanacions

9.1 Control biològic. Monitoratge en futurs experiments.

L'elevada variabilitat dels resultats no permet trobar diferències significatives entre tractaments del disseny experimental realitzat. Aquesta variància es podria reduir si el nombre de mostres fos més elevat, establint més punts de mostreig per a cada tractament i un nombre de fulles a observar constant, enlloc del mostreig seqüencial, que pot dur a confusió ocasionalment.

A la primavera caldria tenir present el fet de triar fulles més properes a la soca i durant l'estiu, fulles de la zona mitjana del sarment, sempre que es tracti d'organismes amb un comportament com el de *Eotetranychus carpini*.

Per tal d'evitar fer un recompte a la baixa del nombre d'àcars degut a les limitacions causades per la seva mida o pel desconeixement propi dels mostrejadors, s'hauria pogut guardar les fulles i extreure els àcars amb un embut Berlese-Tullgren i després, fer el recompte a la lupa binocular, com a forma de mostreig o per tal de comprovar el mètode triat en l'assaig.

Es podrien haver tingut en compte altres factors, que es poguessin relacionar amb la densitat o el comportament dels àcars presa o depredadors, com ara l'abundància de les espècies de la coberta vegetal o les zones prèvies a l'alliberament amb més simptomatologia d'acariosi.

En experiments futurs centrats en el control biològic de *Eotetranychus carpini* en Albarinyo en concret o en vinya en general, seria recomanable provar l'eficàcia d'altres fitoseids més adequats per la varietat encara que potser no tan ben adaptats al lloc de la plantació (zona de Lleida). Dues propostes serien: *Kampimodromus aberrans* (Oudemans), que es distribueix àmpliament per Europa, on s'ha demostrat prèviament el seu control de l'aranya groga en vinya (Duso, Pasqualetto & Camporese, 1991); *Neoseiulus californicus* (McGregor), que és parcialment monòfaga i es coneix que té preferència pels gèneres *Tetranychus*, *Eotetranychus* i *Oligonychus* (García-Marí *et al.*, 1994).

A més, tenint en compte que el pol·len és una font alternativa d'aliment molt preuada pels depredadors generalistes, potser es podria comprovar si afegir pol·len a les zones d'alliberament de fitoseids o on les densitats d'àcars fitòfags són més elevades, fa augmentar la densitat dels depredadors o els atrau vers aquelles zones. També, es podria plantejar utilitzar cobertes vegetals a base de poàcies, ja que el pol·len produït per aquestes és el component majoritari transportat pel vent a les vinyes de moltes regions (Duso *et al.*, 2012) i pot afavorir les poblacions de fitoseids presents o introduïdes, i per tant el seu efecte en el control biològic.



9.2 Control químic. Futurs experiments.

El tractament no s'hauria d'haver efectuat en les condicions meteorològiques descrites en l'apartat de materials i mètodes. Una temperatura de més de 25°C i una humitat menor del 60% incrementen l'evaporació de les gotes repercutint en l'eficiència i l'eficàcia del tractament.

En vinya, la velocitat de treball en un tractament a la primavera-estiu hauria de ser entre 4 i 6 km/h (Pellisa, 2014). En aquest assaig, la velocitat era de 6,5 km/ha, arran del màxim permès i potser si s'hagués reduït una mica, s'haurien aconseguit unes deposicions de producte fitosanitari més elevades a l'interior dels ceps.



10. Referències

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- Agustí-Brisach, C., Franco, R., López-Moral, A., Raya-Ortega, M.C., Roca, L.F. & Trapero, A. 2017. Enfermedades de la madera de la vid. INNOVAGRI [online]: <http://www.innovagri.es/investigacion-desarrollo-inovacion/enfermedades-de-la-madera-de-la-vid.html>
- Avilla, J., Bosch, D., Sarasua, M.J. & Costa-Comelles, J. 1993. Biological control of *Panonychus ulmi* in apple orchards in Lleida (NE of Spain). *Acta Horticulturae*, 347: 267-272.
- Baillod, M. 1979. La technique et l'utilité du contrôle d'hiver des pontes de l'araigne rouge (*P. ulmi*) sur bois de taille en arboriculture fruitière. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 11(2): 89-92.
- Balsari, P. & Scienza, A. 2003. Forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci. Bayer CropScience, Milano.
- Barcelona World Race. 2014. Meteorologia. Escala de Beaufort. Barcelona, Catalunya. [online]: <http://www.barcelonaworldrace.org/ca/educacio/programa-educatiu/explora/planeta-mar/meteorologia/el-vent/escala-de-beaufort>
- Barrios, G. & Reyes, J. 2010. Araña amarilla (*Eotetranychus carpini* Oud.). Plagas y enfermedades de la vid. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino.
- Bichelos Control biológico. 2016. *Amblyseius andersoni* [online]: <http://bichelos.com/amblyseius-andersoni.html>
- Biodiversidadvirtual. 2010. *Eotetranychus carpini*. ©Óscar Méndez [online]: <http://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Eotetranychus-carpini-img112649.html>
- BIOPLANET. *Amblyseius andersoni* depredador de ácaros [online]: <http://bioplanet.it/es/amblyseius-andersoni-3/>
- Bolland, H.R., Gutierrez, J. & Fletchmann, C.H.W. 1998. World catalogue of spider mite family Acari: Tetranychidae with references to taxonomy, synonymy, host pests and distribution.
- Bonato, O., Cotton, D., Kreiter, S. & Gutierrez, J. 1990. Influence on temperature on the life-history parameters of the yellow grapevine mite *Eotetranychus carpini* (Oudemans) (Acari: Tetranychidae). *Internat. J. Acarol.*, Vol. 16, nº 4: 241-245
- Bottrell, D.G. & Barbosa, P. 1998. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annu. Rev. Entomol.* 43: 347-367
- Bramley, R.G.V. & Lamb, D.W. 2003. Making sense of vineyard variability in Australia. In: Precision viticulture. Preceedings of the IX Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología, Santiago, Chile, 35-44.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. 2003. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer Science & Business Media.



Butler Ellis, M.C., Tuck, C.R. & Miller, P.C.H. 1997. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. Crop. Prot. 18: 41-50.

Byers, R.E., Barden, J.A., Donohue, S.J., Horsburgh, R.L., Lyons jr, C.G. & Yoder, K.S. 1984. Effects of apple tree size and canopy density on spray chemical deposit. HortScience 19: 93-94.

Cagnolo, L., Molisa, S.I. & Valladares, G.R. 2002. Diversity and guild structure of insect assemblages under grazing and exclusion regimes in a montane grassland from Central Argentina. Biodivers. Conserv. 11: 407-420

Calvo, F.J., Bolckmans, K. & Belda, J.E. 2012. Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari:Phytoseiidae). Biocontrol Sci. Technol. 22: 1398-1416.

Camporese, P. & Duso, C. 1996. Different colonisation patterns of phytophagous and predatory mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on three grape varieties: a case study. Exp. Appl. Acarol. 20: 1-22.

Castagnoli, M. 1989. Recent advances in knowledge of the mite fauna in the biocenoses of grapevine in Italy. In: Cavalloro, R. (ed) Influence of environmental factors on the control of grape pest, diseases and weeds. A.A. Balkema, Rotterdam, 160-180.

COM, 2009. Directive 2009/128/ec of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides.

Commission of the european communities. Towards a thematic strategy on the sustainable use of pesticides. Brussels, 1.7.2002.

Cooke, B.K. & Hislop, E.C. 1993. Spray tracing techniques. In: Matthews, G.A., Hislop, E.C. (Eds.), Application Technology for Crop Protection. CAB, Wallingford, pp. 85-100.

Cortesero, A.M., Stapel, J.O. & Lewis, W.J. 2000. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. Biol. Control. 17: 35-49

Costa-Comelles, J., Ferragut, F., García-Marí, F., Laborda, R. & Marzal, C. 1986b. Abundancia y dinámica poblacional de las especies de ácaros que viven en los manzanos de Lleida. Agrícola Vergel, 51: 176-191.

Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A. & Richardson, G.M. 2001. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 1.Effects of spray liquid flow rate. Crop Prot. 20: 13-30.

Cunningham, G.P. & Harden, J. 1998a. Air-tower sprayers increase spray application efficiency in mature citrus trees. Aust. J. Exp. Agric. 38: 871-877.

Cunningham, G.P. & Harden, J. 1998b.Reducing spray volumes applied to mature citrus trees. Crop Prot. 17: 289-292.

Cunningham, G.P. & Harden, J. 1999. Sprayers to reduce spray volumes in mature citrus trees. Crop Prot. 18: 275-281.

De la Iglesia, L., Santiago, Y., Moreno, C.M., Pérez, A., Peláez, H., de Prado, N., Cepeda, S. & Ferragut, F. 2007. Ácaros fitoseidos (Acari: Phytoseiidae) asociados a frutales de pepita y viñedo del Bierzo (León). Bol. San. Veg. Plagas. 33: 3-14: 3-14



De Moraes, J.G., McMurtry J.A. & Denmark, H.A. 1986. A Catalogue of the Mite Family Phytoseiidae. Brasilia: EMBRAPADDT. 353 ppt

DeBach, P. & Hagan, K.S. 1964. Manipulation of entomophagous species. En P. Debach (ed.). Biological control of insect pest and weeds. (pp 429-458). Princeton, NJ. Van Nostrand.

Doruchowski, G. & Holownicki, R. 2000. Environmentally friendly spray techniques for tree crops. Crop Prot. 19: 617-622.

Duso, C & Ren, L. 1997. Ulteriori indagini sull'acarofauna della vite nel Veneto: l'area collinare trevigiana. Riv. Vitic. Enol. Conegliano, 50: 11-28.

Duso, C. & Camporese, P. 1991. Developmental times and oviposition rates of predatory mites *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) reared on different foods. Exp. Appl. Acarol. 13: 117-128.

Duso, C. & Moretto, S. 1994. Osservazioni preliminari sul comportamento dell'acaro predatore *Phytoseius plumifer* (Can. & Fanz.) (Acari Phytoseiidae). Mem. Soc. Entom. Ital. 72: 533-540.

Duso, C. & Vettorazzo, E. 1999. Mite population dynamics on different grape varieties with or without phytoseiids released (Acari: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 23: 741-763.

Duso, C. 1989. Role of the predatory mites *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari, Phytoseiidae) in vineyards. I. The effects of single or mixed phytoseiid population releases on spider mite densities (Acari, Tetranychidae). J. Appl. Entomol. 107: 474-492.

Duso, C. 1992. Role of *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant.) (Acari: Phytoseiidae) in vineyards. III. Influence of variety characteristics on the success of *A. aberrans* and *T. pyri* releases. J. Appl. Entomol. 114:455-62

Duso, C., Girolami, V., Borgo, M. & Egger, E. 1983. Influenza di anticrittogamici diversi sulla sopravvivenza di predatori Fitoseidi introdotti su vite. Redia, 66: 469.483.

Duso, C., Pasqualetto, C. & Camporese, P. 1991. Role of the predatory mites *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari, Phytoseiidae) in vineyards. II. Minimum releases of *A. aberrans* and *T.pyri* to control spider mite populations (Acari, Tetranychidae). J. Appl. Entomol. 112: 298-308.

Duso, C., Pozzebon, A., Kreiter, S., Tixier, M.S.& Candolfi, M.P. 2012. Management of phytophagous mites in European vineyards. In: Bostanian, N.J., Vincent, C., Isaacs, R. (Eds.), Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches and Future Directions. Springer, pp. 191-217.

Encyclopédie des ravageurs européens. 1997. *Eotetranychus carpini* (Oudemans) [online]: <https://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3eotcar.htm>

Espaicava, l'espai pels amants i aficionats al cava. 2016. El cicle vegetatiu de la vinya [online]: <http://www.espaicava.cat/el-cicle-vegetatiu-de-la-vinya/>

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2002. EPPO standards. Goord plant protection practice. Grapevine. Bulletin 32: 371-392.

Ferguson, J.C., Chechetto, R.G., O'Donnell, C.C., Dorr, G.J., Moore, J.H., Baker, G.J., Powis, K.J. & Hewitt, A.J. 2016. Determining the drift potential of Venturi nozzles compared with



standard nozzles across three insecticide spray solutions in a wind tunnel. *Pest. Manag. Sci.*, 72: 1460-1466.

Fischer, S., Klötzli, F., Falquet, L. & Celle, O. 2005. An investigation on biological control of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Massee) with *Amblyseius andersoni* (Chant). *IOBC/WPRS*, 28: 99-102

Fourie, P.H., Brink, J.C., du Preez, M. & Schutte, G.C. 2009. The effect of runoff on spray deposition and control of *Alternaria* brown spot of mandarins. *Australas. Plant Pathol.* 38: 173-182.

Furness, G.O., Drew, H.J., Magarey, P.A., Miller, P.H. 1998. Fruit tree and vine sprayer calibration based on canopy size and length of row: unit canopy row method. *Crop Prot.* 17: 639-644.

Furness, G.O., Manktelow, D.W.L. & Thompson, A.J. 2006a. A visual droplet number rating chart and fluorescent pigment sprays to estimate chemical deposition and spray coverage on plant foliage. *Aspect Appl. Biol.* 77: 171-178.

Furness, G.O., Manktelow, D.W.L. & Thompson, A.J. 2006b. Multi-fan spray towers to improve dose efficiency and spray coverage uniformity in citrus trees. *Aspect Appl. Biol.* 77: 481-488

García-Marí, F., Ferragut, F. & Costa-Comelles, J. 1994. Curso de Acarología Agrícola. Unidad docente de Entomología Agrícola. Departamento de Producción Vegetal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica. Valencia. 282 pp.

García-Marí, F., Ferragut, F., Costa-Comelles, J., Roca, D., Laborda, R. & Marzal, C. 1991. Apuntes de Acarología Agrícola. Cátedra d'entomologia agrícola. Escola Superior d'Enginyers Agrònoms. Universitat Politècnica de València.

Gent, D.H., Nissen, S.J., Schwartz, H.F., 2003. Effect of commercial adjuvants on vegetable crop fungicide coverage, absorption and efficacy. *Plant Dis.* 87: 591-597.

Gil, E., Bernat, C., Queraltó, M., López, A., Planas, S., Rosell & J.R., Val, L. 2005. Pesticide dose adjustment in vineyard: relationship between crop characteristics and quality of the application. In: Gil, E., Solanelles, F., Planas, S., Rosell, J.R., Val, L. (Eds.), VIII workshop on spray application techniques in fruit growing, Barcelona, Spain. Universitat Politècnica de Catalunya, Generalitat de Catalunya i Universitat de Lleida, pp. 19-20.

Gil, E., Escolà, A., Rosell, J.R., Planas, S. & Val, L. 2007. Variable rate application of plant protection products in vineyard using ultrasonic sensors. *Crop Prot.* 26: 1287-1297.

Gil, E., Llorens, J., Landers, A., Llop, J. & Giralt, L. 2011. Field validation of DOSAVIÑA, a decision support system to determine the optimal volume rate for pesticide application in vineyards. *Europ. J. Agronomy* 35: 33-46.

Green, J.M., Beestman, G.B. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Prot.* 26: 320-327.

Grout, T.G. 2003. Use of plant protection products. Section 2.7. In: Group, T.G. (Ed.), *Citrus Production Guidelines. Integrated Pest Management*, vol. III. Citrus Research International, Nelspruit, South Africa.

Guzman, C., Aguilar-Fenollosa, E., Sahun, R.M., Boyero, J.R., Vela, J.M., Wong, E., Jaques, J.A. & Montserrat, M. 2016. Temperature-specific competition in predatory mites: Implications



for biological pest control in a changing climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216: 89-97

Hedden, O.K. 1961. Spray drop sizes and size distribution in pesticide sprays. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 4: 158-159.

Holownicki, R., Doruchowski, G., Jaeken, P., Świechowski, W. 2002. Methods of evaluation of spray deposit and coverage on artificial targets. *Electron. J. Polish Agric. Universities (EJPAU)* 5 (1), #03. Online publication.

Hoy, M.A., Groot, R. J. J., & van de Baan, H.E. 1985. Influence of aerial dispersal on persistence and spread of pesticide resistant *Metaseiulus occidentalis* in California almond orchards. *Exp. Appl. Acarol.* 37: 17-31.

Hoy, M.A., van de Baan, H.E., Groot, R.J.J. & Field, R.P. 1984. Aerial movements of mites in almonds: implications for pest management. *California Agric.* 9: 21-24.

Institut Català de la Vinya i el Vi (INCAVI). 2017. Denominacions d'origen protegides. [online]: <http://incavi.gencat.cat/ca/denominacions-origen-protegides/introduccio/>

International Organisation of Vine and Wine. 2017. World vitiviniculture situation: OIV statistical report on world vitiviniculture.

Jejčič, V., Godeša, T., Hočevár, M., Širok, B., Malneršič, A., Stancar, A., Lešnik, M. & Stajnko, D. 2011. Design and testing of an ultrasound system for targeted spraying in orchards. *Sv-jme* 57, 587-598.

Jensen, P.K. & Olsen, M.H. 2014. Spray mass balance in pesticide application: A review. *Crop Prot.* 6: 23-31.

Jervis, M. & Kidd, N. 1996. Insect natural enemies. Practical approaches to their study and evaluation. 1ra. ed. London. Chapman & Hall. 491 p.

Karban, R., English-Loeb, G., Walker, M. & Thaler, J. 1995. Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species: effects of leaf hairs, domatia, prey abundance and plant phylogeny. *Exp. Appl. Acarol.* 19:189-97

Kreiter, S. 1991. Les caractéristiques biologiques des acariens prédateurs d'acariens et leur utilisation en lutte biologique. *Prog. Agric. Vit.*, 108, n° 11 247-262.

Kreiter, S., Tixier, M.S., Auger, P., Muckensturm, N., Sentenac, G., Doublet, B. & Weber, M. 2000. Phytoseiid mites of vineyards in France (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia* 61: 77-96.

Lake, J.R. 1988. The deposition of electrostatically charged sprays on parts of targets shaded from the spray. *J. Agric. Eng. Res.* 39: 9-18.

Laurent, J.C. & Aguilhon, R. 1987. Les tétranyches de la vigne. Evolution des populations estivales et conséquences de leurs attaques sur la qualité de la récolte dans les vignobles méditerranéens. Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Paris, An. ANPP 6: 229-234, 1-3 décembre 1987.

Levin, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defense. *Q. Rev. Bio.* 48: 3-15

Licor. 2004. LI-3100C Area meter. Specifications [online]: https://www.licor.com/env/pdf/area_meters/LI-3100C_brochure.pdf



- Liu, T-X., Stansly, P.A. & Conner, J.M. 2004. Evaluation of spray deposition on plant foliage with self-adhesive paper targets. *Subtropical Plant Science*, 56: 39-43.
- Llorens, J., Gil, E., Llop, J. & Escolà, A. 2010. Variable rate dosing in precision viticulture: Use of electronic devices to improve application efficiency. *Crop Prot.* 29: 239-248.
- Mathys, G. & Tencalla, Y. 1960. L'acaricien des charmillles (*Eotetranychus carpini* Oudemans) dans les vignoble tessinois. *Rev. Rom. Agric. Vitic. Arboric.* 16: 29-31.
- Mazzaro, S. 1987. Attività predatrice di *A. andersoni* (Chant), *K. Aberrans* (Oud.) e *T. pyri* Scheuten introdotti su vite nei confronti degli Acari Tetranychidi. Tesi di laurea, Istituto di Entomologia agraria di Padova.
- McMurtry, J.A. & Croft, B.A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42:291-321
- Meier, U. 2001. Growth stages of mono and dicotyledonous plants. BBCH monograph.
- Meteocat. Servei Meteorològic de Catalunya. 2017. Dades de l'estació automàtica de Raimat. Barcelona, Catalunya [online]: <http://www.meteo.cat/observacions/xema/dades?codi=VK&dia=2016-05-19T00:00Z>
- Migeon, A. & Dorkeld, F. (2006-2010). Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae [online]: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>
- Murray, R.A., Cross, J.V. & Ridout, M.S. 2000. The measurement of multiple spray deposits by sequential application of metal chelate tracers. *Ann. Appl. Biol.* 137: 245-252.
- Naciodigital.cat. (2016). La Història del Vi en 40 segons. [online]: <http://www.naciodigital.cat/cupatges/noticia/3576/historia/vi/40/segons> OJEU (Official Journal of the European Union), 2009. A framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council.
- Overmeer, W.P.J. & van Zon, A.Q. 1984. The preference of *Amblyseius potentillae* (Garman) (Acarina: Phytoseiidae) for certain plant substrates. *Acarology VI*, vol. 1, 591-96.
- Papaioannou-Souliotis, P., Markoyiannaki-Printziou, D., Rumbos, I. & Adamopoulos, I. 1999. Phytoseiid mites associated with vine in various provinces of Greece: a contribution to faunistics and biogeography, with reference to eco-ethological aspects of *Phytoseius finitimus* (Ribaga) (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia* 40: 113-125.
- Papaioannou-Souliotis, P., Markoyiannaki Printziou, D., Tsagkarakou, A., Rumbos, I. & Adamopoulos, I. 1998. Effects of different fungicides and insecticides on populations of *Phytoseius finitimus* (Ribaga) in vineyard in four regions of Greece. *Redia* 81: 17-35.
- Pellisa, M. 2014. Bones pràctiques per la correcta aplicació dels productes fitosanitaris. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya [online]: www.gencat.cat/daam/
- Pergher, G. & Petris R. 2008. The effect of air flow rate on spray deposition in a Guyot-trained vineyard. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript ALNARP 08010. Vol.X.
- Pergher, G. & Petris, R. 2007. Canopy structure and deposition efficiency of vineyard sprayers. *J. of Ag. Eng. – Riv. Di Ing. Agr.* 2: 31-38.



Pergher, G. 2005. Improving vineyard sprayer calibration – air flow rate and forward speed. Annual Review of Agricultural Engineering, 4: 197-204.

Pergher, G. 2006. The effect of air flow rate and forward speed on spray deposition from a vineyard sprayer. Rivista di Ingegneria Agraria, 37: 17-23.

PerkinElmer. 2004. AAnalyst 200 AA Spectrometer. Specifications [online]: http://www.perkinelmer.com.cn/cmsresources/images/4674774spc_aanalyst200aaspectrometer.pdf

Pertot, I. , Caffi, T., Rossi, V., Mugnai, L., Hoffmann, C., Grando, M-S., Gay, C., Lafond, D., Duso, C., Thiery, D., Mazzoni, V. & Anfora, G. 2017. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. Crop Prot. 97: 70-84.

Planas, S., Camp, F., Escolà, A., Solanelles, F., Sanz, R. & Rosell-Polo, J.R. 2013. Advances in pesticide dose adjustment in tree crops. 9th European Conference on Precision Agriculture. Lleida. <http://www.ecpa2013.udl.cat/>

Planas, S., Sanz, R., Camp, F., Solanelles, F., Rosell, J.R. 2015. The new concept of dose adjustment in tree crops. Julius-Kühn-Archiv 448, 62.

Pozzebon, A., Ahmad, S., Tirello, P., Lorenzon, M. & Duso, C. 2014. Does pollen availability mitigate the impact of pesticides on generalist predatory mites? BioControl, 59: 585-596

Pozzebon, A., Tirello, P., Moret, R., Pederiva, M. & Duso, C. 2015. A fundamental step in IPM on grapevine: Evaluating the side effects of pesticides on predatory mites. Insects, 6: 847-857

Preisser, E.L. & Strong, D.R. 2004. Climate affects predator control of herbivore outbreak. Am. Nat. 163: 754-762

Price, P. 1984. Insect Ecology, 2nd edn. Wiley, New York.

Price, P.W., Bouton, C.E., Gross, P., McPherson, B.A., Thompson, J.N. & Weis, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annu. Rev. Ecol. Syst. 11: 41-65

R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [online]: <https://www.R-project.org/>.

Ragusa di Chiara, S. & Tsolakis, H. 2001. Phytoseiids faunas of natural and agricultural ecosystems in Sicily. In: Halliday, R.B., Walter, D.E., Proctor, H.C., Norton, R.A., Colloff, M.J. (eds) Proceedings of the 10th International Congress of Acarology, CSIRO Pub, Collingwood, Australia, 522-529.

Raimat. Grup Codorniu. Viticultura sostenible [online]: <http://raimat.com/es/viticultura/sostenibilidad>

Rasmy, A.H. & El-Banhawy, E.M. 1974. Behavior and bionomics of the predatory mite *Phytoseiulus plumifer* (Acarina: Phytoseiidae) as affected by physical surface features of host plants. Entomophaga 19: 225-57

Román, C., Navarro, M., Planas de Martí, S. & Torres, J. 2014. Oral Abstract. Control de araña amarilla *Eotetranychus carpini* (Oud.) al inicio de la brotación.



Román, C., Planas, S. & Esteve, J. 2017. Oral Abstract 4 Adjusting spray volume rates to the canopy vigour from aerial images in a vineyard. SuproFruit 2017 i, 16.

Rossi, V., Caffi, T. & Salinari, F. 2012. Helping farmers face the increasing complexity of decision-making for crop protection. *Phytopathol. Mediterr.* 51: 457-479.

RuralCat. La comunitat virtual agroalimentària i del món rural. Dades agrometeorològiques, Raimat [online]: https://ruralcat.gencat.cat/web/guest/agrometeo.estacions?p_auth=W4SrQWI7&p_p_id=AgrometeoEstacions_WAR_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&AgrometeoEstacions_WAR_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT_action=goEstacion

Sabelis, M.W. & Bakker, F.M. 1992. How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the Phytoseiidae. *Exp. Appl. Acarol.* 16: 203-25

Sabelis, M.W. & Dicke, M. 1985. Long range dispersal and searching behavior. In spider mites: their biology, natural enemies and control, Vol. 1B, W. Helle and M.W. Sabelis (eds), pp 141-160. Elsevier, Amsterdam

Salas-Araiza, M.D. & Salazar-Solís, E. 2003. Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta Universitaria.* Vol. 13, nº 1.

Salyani, M. & Farooq, M. 2004. Drift potential of citrus air-carrier sprayers. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 117: 130-135.

Salyani, M. & Hoffmann, W.C. 1996. Effects of application time and spray volume on deposition. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 109: 46-50.

Salyani, M. & McCoy, C.W. 1989. Deposition of different spray volumes on citrus trees. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 109: 46-50.

Salyani, M. & Whitney, J.D. 1988. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. *Trans. ASAE* 31, 1680-1684.

Salyani, M. & Whitney, J.D. 1990. Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees. *Trans. ASAE.*, 33: 361-366.

Salyani, M. 1994. Spray technology research for orchard applications. *Acta Hort.* 372: 62-74.

Salyani, M. 2005. 2005 Florida Citrus Pest Management Guide: Pesticide Application Technology. In: AE-259, Series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>

Salyani, M. 2006. 2006 Florida Citrus Pest Management Guide: Pesticide Application Technology. In: AE-356, Series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>

Schmidt, R. A. 2014. Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. *Exp. Appl. Acarol.* 62: 1-17

Seelmann, L., Auer, A., Hoffmann, D. & Schausberger, P. 2007. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. *Oikos*, 116: 807-817



Servicio de Producción Agraria y Laboratorio Regional. Sección de Protección de cultivos. 2017. Araña amarilla, *Eotetranychus carpini*. Boletín de avisos fitosanitarios (Gobierno de la Rioja), nº 10.

Speight, M.R., Hunter, M.D. & Watt, A.D. 2009. Insect pest management. In: Ecology of insects. 2nd edn. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp 429-513

Stevenson, T. 2005. The Sotheby's Wine Encyclopedia, pp. 14-15. Dorling Kindersley.

Stover, E., McClure, P. & Salvatore, J. 2002a. Influence of spray volume, ground speed and a sensor-actuated spray controller on melanose control and fruit marking in fresh Indian river grapefruit. Proc. Fla. State Hort. Soc. 115: 1-5.

Stover, E., Scotto, D., Wilson, C., Salyani, M. 2002b. Spray Application to Citrus: Overview of Factors Influencing Spraying Efficacy and Off-target Deposition. In: HS-851, Series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>.

Sundaram, K.M.S & Sundaram, A. 1987. Role of formulation ingredients and physical properties on droplet size spectra, deposition, and persistence of aerially sprayed amonicarb and mexacarbate in forest litter soil samples. ASTM STP 968: Pestic. Form Appl. Sys. 7: 139-151

Tixier, M.S., Kreiter, S., Auger, P., Sentenac, G., Salva, G. & Weber, M. 2000b. Phytoseiid mite species located in uncultivated areas surrounding vineyards in three French regions. Acarologia 41: 127-140.

Uk, S. & Courshee, R.J. 1982. Distribution and likely effectiveness of spray deposits within a cotton canopy from fine ultralow-volume spray applied by aircraft. Pestic. Sci., 13: 529-536.

Van Lenteren, J.C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. Biocontrol. 57: 1-20.

Van Zyl, S.A., Brink, J.C., Calitz, F.J. & Fourie, P.H. 2010a. Effects of adjuvants on deposition efficiency of fenhexamid sprays to Chardonnay grapevine foliage. Crop Prot. 29: 845-852.

Van Zyl, S.A., Brink, J.C., Calitz, F.J., Coertze, S. & Fourie, P.H. 2010b. The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on Chardonnay grapevines leaves. Crop Prot. 29: 58-67.

Verango, D. 2006. White wine turns up in King Tutankhamen's tomb. USA Today.

Vilajeliu, M., Bosch, D., Lloret, P., Sarasua, M.J., Costa-Comelles, J. & Avilla, J. 1994. Control biológico de *Panonychus ulmi* (Koch) mediante ácaros fitoseidos en plantaciones de control integrado de manzano en Cataluña. Bol. San. Veg. Plagas, 20(1): 173-185

Villaronga, P., Marques, J., Casanovas, S., Ferragut, F. 1991. Les acariciens phytophages et prédateurs dans les vignobles de l'Alt-Emporda (Girona, Espagne). Prog. Agric. Vitic. 108: 519-523.

VitEn. 2014. Ragnetto giallo (*Eotetranychus carpini*). Calosso, Italia [online]: <http://www.viten.net/tags/ragnetto-giallo>

Voigt, W., Perner, J., Davis, A.J., Egger, T., Schumacher, J., Bährmann, R., Fabian, B., Heinrich, W., Köhler, G., Lichter, D., Marstaller, R. & Sander, F.W. 2003. Trophic levels are differentially sensitive to climate. Ecology 84: 2444-2453



Ware, G.W., Estesén, B.J., Cahill, W.P., Gerhardt, P.D., Frost, K.R. 1969. Pesticide drift. I. High-clearance vs. Aerial application of sprays. J. Econ. Entomol. 62: 840-843.

WayPart®. Maquinaria agrícola y de jardín. 2015. Boquilla cerámica ATR Albu turbulencia amarilla. Valencia, España [online]: <https://waypart.es/pulverizadores/3991-boquilla-ceramica-atr-albu-turbulencia-amarilla.html>

Whitney, J.D., Churchill, D.B., Knapp, J.L., Littell, R.C., Salyani, M. & Whiteside, J.O. 1988. Ground speed and spray volume of airblast sprayers affect copper deposition and greasy spot control. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101: 13-17.

Whitney, J.D., Salyani, M., Churchill, D.B., Knapp, J.L., Whiteside, J.O. & Littell, R.C. 1989. A field investigation to examine the effects of sprayer type, ground speed and volume rate on spray deposition in Florida citrus. J. Agric. Eng. Res. 42: 275-283.

Wolf, T.M., Harrison, S.K., Hall, F.R. & Cooper, J. 2000. Optimizing postemergence herbicide deposition and efficacy through application variables in no-till systems. Weed Sci., 48: 761-768.

Yates, W.E., Akesson, N.B., Cowen, R.E. 1974. Criteria for minimizing drift residues on crops downwind from aerial applications. Trans. ASAE 17, 627-632.

Zabkiewicz, J.A. 2007. Spray formulation efficacy-holistic and futuristic perspectives. Crop Prot. 26: 312-319.

Zaman, Q.U. & Salyani, M. 2004. Effects of foliage density and ground speed on ultrasonic measurement of citrus tree volume. Appl. Eng. Agric. 20 (2): 173-178.

Zangheri, S. & Masutti, L. 1962. Osservazioni e considerazioni sul problema degli acari della vite nelle Venezie. Riv. Vitic. Enol. Conegliano 15: 75-89.

Zhang, Z-Q. & Sanderson, J.P. 1993. Spatial scale of aggregation in the three acarine predator species with different degrees of polyphagy. Oecologia 96:24-31.

